DIE

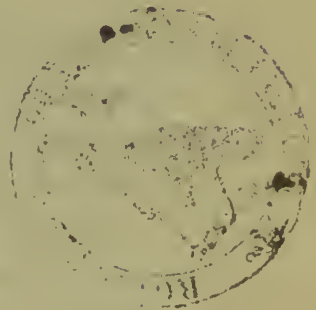
AUTOSKOPIE DES AUGES.

UND

EINE NEUE METHODE DERSELBEN

VON

DR. F. HEYMANN.



MIT EINER TAFEL IN HOLZSCHNITT.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1863.

Vorwort.

Wenn es zu einer sicheren Würdigung der mit dem Augenspiegel gemachten Befunde vor Allem erforderlich ist, dass der Untersuchende eine vollkommene Kenntniss von dem Aussehen eines physiologischen Augengrundes besitzt, so kann das Studium dieses letzteren überhaupt als der einzig richtige Ausgangspunkt für die Untersuchung pathologischer Zustände betrachtet werden. Wie nun eine selbstgemachte Beobachtung jeder fremden, durch Mittheilung empfangenen an Sicherheit und Ueberzeugungskraft voransteht, ebenso ist eine an sich selbst gemachte Beobachtung bei übrigens gleichen Verhältnissen jedes Mal die sichrere. Es dürfte daher nicht ohne Nutzen sein, wenn beifolgende Schrift die Autoskopie der Augen als einen besonderen Zweig des Studiums der Augenheilkunde einzuführen versucht; ganz abgesehen davon, dass die darin angegebenen Untersuchungsmethoden ebensowohl, wie deren Resultate, auch dem Nichtaugenarzte von lebhaftem Interesse sein dürften. In dieser Voraussicht habe ich mir die Aufgabe gestellt, durch die Beschreibung des schon bekannten Instrumentes von Coccius, und durch die Mittheilung eines neuen, von mir selbst er-

fundenen, die fernere Ausbildung dieses erst in neuester Zeit mit Eifer betriebenen Theiles der Augenphysiologie zu fördern. Es darf nämlich als ein erfreuliches Zeichen betrachtet werden, dass bei der vorjährigen Versammlung der Augenärzte in Paris das von Coccius vorgezeigte Instrument von allen Seiten mit gerechtem Interesse aufgenommen, und von vielen Aerzten und Physiologen die Benutzung desselben zu Demonstrationen an sich selbst beschlossen worden ist. Vielleicht ist schon vor dem Erscheinen dieser Schrift der Werth solcher Untersuchung allgemein anerkannt worden, und es fände dann die Angabe meiner, in mehrfacher Beziehung noch leichteren Untersuchungsmethode schon einen empfänglichen Boden. Immerhin hat nur das lebhafte Sehnen nach Verbesserung und Fortschritt, nicht der Drang nach Anerkennung diesen Blättern ihren Ursprung gegeben.

Dresden, im März 1863.

Dr. **Heymann.**

Inhalt.

Einleitung.

Zur genauen Kenntniss des physiologischen Aussehens und Verhaltens unsers Augengrundes gehört vor Allem eine dreifache Orientirung. Erstens muss man sich bekannt machen mit der Physiognomie des Augengrundes. Es gehört dazu die deutliche Anschauung aller einzeln sich dem Gesicht darstellenden Theile, und zwar in Bezug auf die Flächenausdehnung zunächst: die der Eintrittsstelle des Sehnerven, des Ursprungs und der Verzweigung der Centralgefässe, der Stelle des directen Sehens, der gesammten Netzhautausbreitung; in Bezug auf die Tiefe die des Niveaus des Sehnerveneintritts, seiner Erhabenheiten und Vertiefungen, der Dicke der Netzhaut, des Pigmentblatts und der Gefässschicht der Aderhaut, an einzelnen Stellen und bei leicht vorkommenden pathologischen Zuständen des Aussehens der Lederhaut. Zweitens gehört dazu eine durch sorgfältige Beobachtung gewonnene Kenntniss der Lebensvorgänge an der Netzhaut in specie. Hierher gehört die Betrachtung des Gefässcalibers und der Farbe der Centralgefässe, ihres verschiednen Füllungsgrades bei Ruhe und bei Erregung durch Anstrengung, der sichtbaren Blutbewegung als Pulsphänomen bei gewissen Druckverhältnissen, ihr verschiednes Aussehen bei verschiedenen Accomodationszuständen. Drittens endlich ist dazu erforderlich, durch das Experiment gewisse Erscheinungen willkürlich hervorzurufen und das Verhalten der

Netzhaut dabei kennen zu lernen. Hierbei ist auf Abbildung fixirter Gegenstände auf dem Augengrunde, auf die Lage des Bildes in der Tiefe der Netzhaut, auf die verschiedne Deutlichkeit des Bildes an verschiednen Stellen des Augengrundes, auf welchen es entworfen wird, zu achten, sowie hierher auch die Erzeugung verschiedner Beleuchtungsgrade und Vergrösserungen des Augengrundes gerechnet werden muss.

Es leuchtet ein, wie mannichfaltig fördernd, wie tief begründend das sorgfältige Studium des eignen Auges werden kann, und es wird daher die gleichzeitige Mittheilung der beiden Instrumente, welche jedes in seiner Weise dazu dienlich sind, keine überflüssige erscheinen. Ich schicke der Beschreibung des meinigen die des Coccius'schen voraus, zumal dieses, wenn auch, wie mir scheint, schwerer zu gebrauchende, das frühere und zuerst für meine Untersuchung anregende war.

Capitel I.

Das Autophthalmoskop von Coccius.

Das Autophthalmoskop von Coccius besteht aus einem stählernen, runden Planspiegel von 2 cm. Durchmesser, welcher in der Mitte ein scharf gerandetes Loch von etwa 3 mm. Durchmesser besitzt. Dieser Spiegel ist auf einer innen geschwärzten Röhre von 5,5 cm. Länge so befestigt, dass die Spiegelfläche nach aussen sieht. Am untern Ende dieser Röhre ist ein Convexglas (No. 3) eingefügt, welches bis auf einen excentrisch gelegenen, 12 mm. im Durchmesser haltenden Ausschnitt mit schwarzem Blech belegt ist. — Um das Instrument anzuwenden, hält man den Spiegel dicht vor sein zu untersuchendes Auge, und richtet zunächst die Röhre so gegen eine Lampenflamme in 4—6 Fuss Entfernung, dass man durch die Röhre hindurch die Lichtflamme wahrnimmt. Sodann dreht man die Röhre so, dass der Ausschnitt am Convexglas nach aussen und unten zu stehen kommt, und indem man immer darauf achtet, dass das Flammenbild ins Auge scheint, wendet man dann sein Auge etwas nach innen in die tiefe Schwärze des Spiegelgrundes. Sucht man dann mit seinem Auge ganz im Grunde dieser Schwärze unter steter Anstrengung des Weitsehens, obgleich man den Spiegel ganz nahe am Auge hat, so taucht sehr bald ein rother Fleck, etwa von Hornhautgrösse, in der Schwärze auf. Diesen fixirt man, als ob er in der Ferne gelegen wäre, und findet dann oft sogleich darin einen dunkelrothen Streifen, welcher ein Gefäss der Netzhaut ist, oder man nimmt diesen erst wahr,

wenn man, ohne das seitlich ins Auge scheinende Flammenbild zu verlassen, kleine Vor- oder Rückbewegungen mit dem Kopfe, oder Rotationsbewegungen mit dem Instrumente macht. Nun verfolgt man diesen Streifen unter stets langsamer Neigung des Instruments nach der Richtung zu, in welcher er stärker wird, und gelangt dadurch bei der oben angegebnen Haltung des Instruments (den Ausschnitt nach aussen und unten) leicht zur Ursprungsstelle dieses Blutgefässes, d. h. zur Eintrittsstelle des Sehnerven, die sich als eine gelbweisse matte Scheibe darstellt, von deren Mitte aus nach verschiedenen Seiten hin rothe Blutgefässstämme auslaufen. Durch fernere Bewegung des Kopfes und Auges gelangt man zur Anschauung der einzelnen übrigen Theile, jedes Mal in einem erleuchteten Raume von der Form des umgekehrten Flammenbildes, wenn man mit dem blossen Planspiegel untersucht; oder von runder Form (eines Zerstreuungskreises auf der Netzhaut), wenn man das Instrument mit der Convexlinse anwendet. Man kann sich auf diese Art stückweise seine ganze Netzhaut bis zum Aequator untersuchen, muss jedoch stets dabei zur Erkennung einer andern Stelle die früher fixirte verlassen, muss stets die Richtung des Instruments nach der Flamme festhalten und muss stets seine Augen für die grösstmögliche Ferne einstellen.

Die Theorie, nach welcher man mit dem von Coccius erfundenen Instrumente seine eigene Netzhaut sehen kann, ist folgende*: Wenn man einen Planspiegel mit der Spiegelfläche ganz nahe vor sein Auge hält, so bildet sich in demselben das beobachtende Auge ab. Fällt nun durch das Loch im Spiegel das Licht auf die Eintrittsstelle des Sehnerven des beobachtenden Auges, während dieses Auge mit seiner Sehachse neben dem innern Rande des Loches in den Spiegel gerichtet ist, so treffen die vom Sehnerven zurückgeworfenen Lichtstrahlen ebenfalls den Rand des Loches und werden von diesem unter demselben Winkel, unter dem sie auffielen, zurückgeworfen. Bei der geeigneten Haltung des Spiegels werden sie nun gerade auf die Stelle

*) A. Coccius, Glaucom, Entzündung etc. pag. 52 ff.

des directen Sehens im beobachtenden Auge zurückgeworfen, welches daher seine eigene Sehnervenscheibe im Spiegelbilde sieht. Dieses Verhalten gilt bei einem normalsichtigen Auge, welches sich für nahezu parallele Lichtstrahlen einstellte. Denn dann sind die aus dem erleuchteten Augengrunde noch aussen zum Spiegel gelangenden Strahlen ebenfalls parallel, und indem sie unter dem Einfallswinkel zurückgeworfen werden, treffen sie gerade wieder auf der Ebene der Netzhaut auf, von welcher sie ausgingen (aber an einer seitlich etwas entfernten Stelle). Wenn nun aber ein Auge kurzsichtig ist, so kann sich dieses nicht für parallele, sondern nur für stets immer noch divergirend zum Auge tretende Strahlen accomodiren. Dem zu Folge behalten auch die austretenden Bildstrahlen eine convergente Richtung und würden, convergent zurückgestrahlt, nicht wieder auf der Netzhaut zur Vereinigung kommen. Es muss daher ein entsprechendes Concavglas auf den Planspiegel gelegt werden, um die Convergenz der Strahlen aufzuheben, oder der Spiegel selbst müsste statt einer planen, eine convexe Oberfläche haben. Letzteres Princip hat Giraud-Teulon (nach Gaz. des hôp. 1863. p. 62) befolgt, indem er zugleich darauf hinweist, wie das Auge für parallele Strahlen stets nur schwer einzustellen sei, während es für schwach divergirend kommende beim deutlichen Sehen stets bequemer adaptirt sei. Es erscheint in einem solchen Spiegel ein einfaches verkehrtes Flammenbild, und in diesem zeigt sich das aufrechte Bild der beleuchteten Netzhautstelle. Das Bild ist allerdings in der Nähe des deutlichen Sehens gelegen, aber dennoch sind mir bei meinen Versuchen mit solchen Convexspiegeln grosse Schwierigkeiten aufgestossen. Dieselben betreffen hauptsächlich die richtige Wahl der Convexität; denn wenn auch Giraud-Teulon dafür als mittleren Grad den von 35—40 cm. Brennweite (negativer) angiebt, so entspricht dieser Grad doch nur wieder einer Anzahl von Augen und bedarf neuer Modificationen für andere. In dieser Beziehung ist also der Planspiegel in Verbindung mit einem beliebigen, leicht zu wechselnden Concavglas stets der einfachere Apparat. Ferner hat mich der oft wiederholte

Versuch gelehrt, dass das Bild weniger gut bewegt werden kann, als beim Gebrauch eines Planspiegels. Der Grund davon liegt in der rascheren Bewegung des Bildes bei nur kleinen Wendungen des Spiegels. Und gerade das allmähliche und gleichmässige Ueberführen des Flammenbildes auf verschiedene Netzhautstellen, so dass sie sich gleichsam neben einander im Spiegel darstellen, ist bei der Untersuchung mit diesen Instrumenten das Wichtigste. Denn auch der Giraud-Teulon'schen Modification kommt, wie dem ursprünglichen Instrumente von Coccius, der gemeinsame Nachtheil in dieser Beziehung zu, dass damit auf ein Mal nur ein sehr kleiner Theil des Augengrundes zu beleuchten ist, und zur Uebersicht einer grössern Partie stets das Bild wandern muss.

Capitel II.

Die Erfindung des Verfassers.

Sogleich nach dem Bekanntwerden der Coccius'schen Untersuchungsmethode auf dem Pariser Congress habe ich fernere Versuche in der Absicht angestellt, ein umgekehrtes Bild des Augengrundes sichtbar zu machen. Ein solches hat den dreifachen Vortheil der grösseren Beleuchtung, der Lage in der bequemsten Sehweite, und der Ruhe für den Beobachter. Es war einleuchtend, dass der Spiegel dabei bis zur Hälfte der deutlichen Schweite entfernt werden musste. Ich benutzte daher zunächst eine durchbohrte grössere Spiegelplatte, welche ich, parallel zur Gesichtsfläche, zwischen mich und die Lampe so stellte, dass die Lichtflamme durch das Loch hindurch mein linkes Auge beleuchtete. Alle Versuche jedoch, um das erleuchtete Bild meiner Pupille im Spiegel abgebildet zu sehen, waren bei dieser parallelen Stellung vergebens. Es würde nämlich nur dann die Pupille im Spiegel erleuchtet gesehen werden können, wenn sich das Auge für die Ferne des Bildes im Spiegel accomodiren könnte. Da nun aber das Spiegelbild gerade so liegt, dass die Pupille auf die erleuchtete Oeffnung des Spiegels fallen muss, so ist selbst das Spiegelbild der Iris wegen zu grosser Helligkeit des Loches kaum zu fixiren. Es würde zudem nur am Rande des Spiegellochs ein kleiner Theil vorbeistreichender Lichtstrahlen aus dem Augengrunde wahrgenommen werden können, was aber einmal die grosse Verengung der Pupille durch das direct betrachtete Licht, sodann aber vor Allem die

Helligkeit des die Pupille im Spiegel einnehmenden Loches durch Contrastwirkung fast unmöglich machte. Nun fand sich aber bei einer geringen Wendung des Spiegels, dass die Pupille allerdings im Spiegel erleuchtet gesehen werden kann, aber nicht mit dem selbstbeleuchteten, sondern mit dem andern Auge. Wenn man nämlich dem Spiegel unter fortdauernder Beleuchtung des linken Auges eine solche schräge Stellung zur Gesichtsebene giebt, dass für das rechte Auge das Spiegelbild der linken Pupille und das Loch im Spiegel in eine Linie fallen, so sieht man im Spiegel die Pupille des linken Auges immer in nächster Nähe des Randes des Spiegellochs hell leuchten.

Die Erklärung der Erscheinung ist einfach. Jedes Mal, wenn man im Spiegel sein eines Auge mit dem andern Auge betrachtet, müssen von dem Loch im Spiegel Doppelbilder gesehen werden, weil sich der Spiegel stets auf halber Weite vom fixirten Spiegelbilde befindet. Oder da der Spiegel gerade die Mitte zwischen unsern Augen und ihren Bildern einnimmt, so bildet das Loch im Spiegel, wenn es so gehalten wird, dass wir durch dasselbe mit dem linken Auge das im Spiegel rechts befindliche Auge betrachten, jedes Mal den Kreuzungspunkt für die Sehachsen bei Betrachtung der entgegengesetzt gelegenen Bilder. Wir sehen dann das Loch bei ausschliesslichem Sehen mit dem linken Auge, gerade auf der Pupille des im Spiegel rechts gelegenen, und bei Verschluss des linken Auges erscheint dann das Loch, ohne jede Aenderung der Stellung des Spiegels, für das rechte Auge auf der Pupille des im Spiegel links befindlichen Auges. Oeffnen wir beide Augen, so sehen wir Doppelbilder des Loches, welche jedes Mal gerade die Entfernung der Augen voneinander besitzen, so dass stets ein Loch auf einer Pupille im gespiegelten Auge zu liegen scheint. Wenn man nun in oben angegebener Weise den Spiegel parallel zur Gesichtsfläche so aufstellt, dass durch sein Loch hindurch unser linkes Auge von der Flamme beleuchtet wird, so befindet sich das Doppelbild des Loches nach aussen davon, so dass es neben dem Gesicht im Spiegel nach aussen zu liegen kommt. Denn bei der Accomodation unserer Augen für die Entfernung ihrer Spie-

gelbilder muss für das rechte Auge das Spiegelloch in der Entfernung des Spiegelbildes und in verlängerter Richtung der Sehachse erscheinen, während das linke Auge gerade durch das Loch in die Flamme sieht. Die Pupille des linken Auges nun mit dem rechten Auge im Spiegel leuchten sehen, heisst so viel, als das mit dem rechten Auge gesehene Doppelbild des Spiegelloches auf die linke Pupille im Spiegel lenken, was, wenn das linke Auge fortdauernd von der Lampe beschienen sein soll, nur durch Drehung des Spiegels um seine Vertikalachse möglich ist. Es rückt dann natürlich das vom linken Auge gesehene Loch auf das Spiegelbild der rechten Pupille, die aber darum nicht erleuchtet scheint, weil das rechte Auge beim Blick durch das Loch an der Lampe nach aussen vorbeischiesst. Es kommen auf diese Weise die aus dem Augengrunde des beleuchteten linken Auges auf den Spiegel reflectirten Lichtstrahlen zum rechten Auge in der Art, als ob sie aus einem in doppelter Spiegelentfernung gelegenen, vom rechten Auge aus erleuchteten Auge austräten. Somit war die Erleuchtung der Pupille, keineswegs aber noch die Betrachtung des Augengrundes ermöglicht.

Das so gewonnene Spiegelbild der erleuchteten Pupille unterscheidet sich physikalisch in Nichts von dem, welches man im gewöhnlichen Spiegel durch Beleuchtung mittelst des Augenspiegels erhalten kann. Es ist nicht möglich, die aus dem Spiegel von der Netzhaut reflectirten Lichtstrahlen durch Linsen in eine solche Divergenz zu bringen, dass sie zu einem Bilde auf unserer Netzhaut vereinigt werden könnten. Der Grund liegt einfach in der Entfernung des Bildes hinter dem Spiegel. Umgekehrt aber musste es wohl möglich sein, anstatt des einfachen Bildes des Auges, sogleich ein Bild der Netzhaut auf dem Spiegel zu entwerfen, und dieses dann ganz wie ein gewöhnliches Bild mit dem andern Auge zu betrachten. Es sei in dieser Beziehung hier nur erwähnt, dass es mir vollkommen gelang, durch Linsen zwischen dem Planspiegel und meinem beleuchteten linken Auge ein vollkommen scharfes, wenn auch mässig verkleinertes Bild des Augengrundes im Spiegel zu entwerfen. Die genauere

Mittheilung davon soll unten folgen. Das an und für sich so günstige Resultat war für eine Forschung noch immer nicht zu gebrauchen, da man nur in sehr beschränktem Umfange und unter verschieden starker Drehung des Kopfes einen kleinen Theil des Augengrundes betrachten konnte, wobei ausser der Anstrengung des steten Seitwärtssehens, auch die vorgesetzten Convexgläser sehr bald die Grenze der Beobachtung einengten. Es war vielmehr mein nächstes Bestreben, das beobachtende Auge von der gezwungenen Richtung auf das entgegengesetzt gelegene Spiegelbild frei zu machen, und zugleich dabei an Accomodationsbreite zu gewinnen. Diese Zwecke erreichte ich dadurch, dass ich vor das beobachtende Auge ein prismatisches Glas der Art setzte, dass das Spiegelbild der Netzhaut auf die gleichnamige Seite mit dem beobachtenden Auge geworfen wurde. In dem vollkommenen Gelingen dieses Versuches erreichte das Experiment die erste Stufe derjenigen Vollkommenheit, welche zu physiologischen Untersuchungen erforderlich war. Anfangs bediente ich mich der gewöhnlichen prismatischen Brillengläser. Diese erschienen indess bald unzureichend, da sie den vom Winkel des Prisma gebrochenen Strahl, also auch die prismatischen Farben dem Auge zuführten, und ausserdem noch die Flächen des Prisma nicht scharf genug waren, um das Bild ohne Verzerrung zu zeigen. Ich wählte daher ein rechtwinkeliges Flintglasprisma, und stellte dasselbe so vor das beobachtende Auge, dass die vom Spiegel reflectirte Netzhaut im Spiegelbilde des Prisma gesehen wurde. Es lag nun ein scharfes, umfangreiches Bild in bequemer Richtung und Sehweite vor mir, das durch Drehung des Spiegels und Prisma sehr verschiedene Stellen der innern Netzhautpartie zur Anschauung brachte. Aber es war nur die innere Netzhautpartie zu untersuchen, da das beleuchtete Auge jedes Mal in der Richtung des beobachtenden Auges mitsehen, und daher jedes Mal nach dessen äusserer Seite gewendet sein muss. Ferner und vor Allem schien es noch höchst wünschenswerth, das Bild vergrössert darstellen zu können, da bei dem bisher gewonnenen zwar

ein schöner Ueberblick, nicht aber eine so feine Detailzeichnung des Bildes gesehen werden konnte, wie es wünschenswerth war.

Dem erstern Mangel, nur die innere Netzhauthälfte untersuchen zu können, konnte ich dadurch abhelfen, dass ich das Prisma auf die Seite des beleuchteten Auges nach aussen vom Beleuchtungsapparate aufstellte, wobei natürlich der Spiegel auch in entgegengesetzter Richtung gewendet werden musste. In derselben Weise, wie vorher mit dem andern Auge, konnte ich nun mit demselben beleuchteten Auge auch die äussere Hälfte der Netzhaut ziemlich umfänglich übersehen. Es war dabei die eigentlich binoculäre Untersuchung monoculär fortgesetzt worden. Es haben mich jedoch die Bedenken eines zu complicirten Apparates bei der Ausführung meines Instrumentes von dieser Art der Untersuchung absehen lassen, und es gelang mir auf einfachere Weise der Ueberblick über den wesentlichsten Theil der äussern Netzhautpartie, indem ich nämlich vor dem zu untersuchenden Auge ein prismatisches Brillenglas anbrachte, welches bei seiner Drehung die verschiedensten Zonen der Netzhaut um den eingestellten Mittelpunkt des Bildes herum zur Anschauung brachte.

Noch wesentlicher zeigte sich das Gelingen einer erheblichen Vergrösserung; aber dabei lagen auch die grössten Schwierigkeiten vor. Der Apparat musste dazu an seinen bis jetzt bestehenden Theilen einige Veränderungen erfahren. Zunächst nämlich vertauschte ich den Planspiegel mit einem Concavspiegel von sehr weitem Focus (dem des Giraud-Teulon'schen Augenspiegels). Hiermit gewann ich grössere Helligkeit und ausgebreitetere Deutlichkeit des Bildes, aber in seinen Grössenverhältnissen liess es sich durch verschiedene Wechsel der Beleuchtungslinsen nicht verbessern. Es musste demnach der Versuch gemacht werden, das Spiegelbild selbst zu vergrössern, und da auf dieser Seite schon das Prisma stand, so traten örtliche Schwierigkeiten dem Aufstellen von Convexlinsen entgegen. Man bedarf nämlich zur Vergrösserung des Spiegelbildes zweier Convexlinsen, die in geeigneter Entfernung von einander erst die Lichtstrahlen so brechen, dass sie für das beobachtende Auge auf der Netzhaut zum

Bilde vereinbar sind. Von diesen Convexgläsern muss sich das eine nahe vor dem Auge, das andere näher am Spiegel befinden. Es musste deshalb das Prisma von seiner Stellung direct vor dem untersuchenden Auge entfernt werden, und es fand nun seine geeignete Stellung zwischen den beiden das Bild vergrössernden Linsen. Aber auch damit war kein hinreichend deutliches Bild zu sehen, weil die Lichtstrahlen aus dem beleuchteten Auge den Spiegel nicht in dem gehörigen Winkel trafen, um bei ihrer Reflexion mittelst der Vergrösserungsgläser die geeignete Richtung zu empfangen. Es wurde somit endlich der Beleuchtungsapparat, welcher bisher aus 2 Linsen bestanden hatte, durch eine von kürzerem Focus ersetzt, und durch diese trat endlich das Bild in einer hinreichenden Grösse und Helligkeit hervor.

Capitel III.

Beschreibung des Autoskops des Verfassers.

Das Autoskop ist nun in folgender Weise zusammengesetzt. In einem Kasten befinden sich zwei für sich bestehende, je einem Auge zugehörige Theile. Auf der einen Seite folgen sich in gerader Richtung eine Ocularöffnung, ein Convexglas (2½) und der durchbohrte Metallspiegel, mit der Spiegelfläche nach dem Angesicht des Untersuchers gewendet. Auf der anderen Seite befindet sich hinter der Ocularöffnung eine Convexlinse (2¼), in gerader Richtung davor das Prisma, mit der Hypotenuse nach aussen gerichtet, und zwischen Prisma und Spiegel eine zweite Convexlinse (2¾). Während also auf der anderen Seite die Ocularöffnung, die Linse und der Spiegel so in einer geraden Linie liegen, dass Ocular- und Spiegelloch und Mittelpunkt der Linse genau centrirt sind, beschreiben die Theile der anderen Seite einen Bogen, der von der Ocularöffnung nach dem Spiegel gerichtet ist. In Bezug auf das Wesentliche an den einzelnen Theilen ist aber Folgendes zu sagen:

Die Ocularöffnungen befinden sich in Messingfassungen, wie bei den Stereoskopen und besitzen eine Lichtung von 5 mm. Das vor dem Prisma befindliche Ocularrohr ist sammt Convexlinse und Prisma ein wenig seitlich verschiebbar, um sich den verschiedenen Augenentfernungen genau anpassen zu können. Die zwischen Ocular und Spiegel befindliche Beleuchtungslinse kann vor- und rückwärts bewegt werden, wenn man die Schraube, am Boden des In-

struments im betreffenden Sinne einstellte. Ocular und Beleuchtungslinse in ein Rohr einzufassen hat keinen Vortheil gewährt, da das Ocularrohr trotz guter Schwärzung noch immer viel Licht reflectirt, sobald es sich unter so starker Beleuchtung, wie durch das Convexglas bewirkt wird, befindet. — Der Spiegel ist in die hintere Wand des Kastens so eingefügt, dass er um die vertikale Achse drehbar ist. Ausserdem war Sorge zu tragen, dass er dem Ocular genähert und von ihm entfernt werden kann, und dass bei jeder dieser Stellungen kein Licht, ausser durch das Spiegelloch in den Apparat gelangen kann. Zu diesem Zwecke befindet er sich in einem Messingrohr, welches vor- und zurückgeschoben werden kann, und welches hinter dem Spiegel noch etwas hervorragt und daselbst durch eine in der Mitte (dem Spiegelloche gerade gegenüber) durchbohrte Decke verschlossen ist. Der Spiegel selbst ist ein Concavspiegel aus Stahl, mit einem Focus von 30 cm. Sein Durchmesser ist 35 mm., seine mittlere Oeffnung ist 5 mm. gross. Es kann die Oeffnung auf Kosten der Helligkeit des Bildes auch etwas kleiner sein. Der Durchmesser des Spiegels könnte ein viel geringerer sein, da nur die nächste Umgebung des Loches das reflectirte Bild etwa im Durchmesser von 6 mm. entwirft. Es ist aus letzterem Punkte ersichtlich, dass Alles auf einen sorgfältigen, optisch richtigen Schliff um das Centrum herum ankommt, sowie dass die Ränder des Spiegelloches scharf sind. Die mittlere Entfernung des Spiegels von der Ocularöffnung ist auf 23 cm., die der Beleuchtungslinse vom Ocular auf 7 cm. angenommen. — Schwieriger ist die Einrichtung der anderen Hälfte des Apparates. Es befindet sich zunächst im (nach innen verlängerten) Ocularrohre die Vergrösserungslinse 2¼, welche durch Drehung der Ocularscheibe vor- und zurückbewegt werden kann. Das Ocularrohr erstreckt sich sodann noch bis zum Prisma, welches sich in vertikaler Achse drehbar unmittelbar davor befindet. Wie schon gesagt muss die Hypotenuse des Prisma nach aussen, der brechende Winkel daher nach innen (der Beleuchtungslinse zu) gerichtet sein. Vor der inneren Ocularöffnung befindet sich daher die eine Cathete des Prisma

in schräger Stellung. Da nun Alles auf die richtige Wendung des Prisma ankommt, so ist dasselbe ebensowohl mit dem Ocularrohre seitlich verschiebbar, als es durch einen durch den Boden des Instruments nach aussen vorragenden Knopf in vertikaler Achse drehbar ist. Nicht zusammenhängend mit irgend einem Theile des Apparates befindet sich nun in gerader Richtung zwischen Prisma und Spiegel die Linse $2^3/_4$. Dieselbe muss mit dem Rande des Spiegelloches und mit dem Prisma so centrirt sein, dass sie stets bei den verschiedenen Drehungen von Spiegel und Prisma in deren Mitte befindlich ist. Sie bewegt sich daher in einem schrägen Schlitz im Boden des Instruments, welcher rechtwinkelig zur Geraden steht, die Spiegel und Prisma verbindet. Durch diesen Schlitz steht wiederum das untere Ende des Linsenstativs mit einer Schraube vor, so dass die Linse auch um ihre vertikale Achse gedreht werden kann. Die mittleren Entfernungen der Theile dieser Hälfte des Apparates sind: die Linse $2^1/_4$ vom Ocularloch 4 cm., die Prismamitte von dieser Linse 8 cm., die Linse $2^3/_4$, von Prisma und Spiegel je 7 cm. entfernt.

Die Anwendung des Instrumentes geschieht nun so, dass man vor die Spiegelöffnung von aussen eine hellbrennende Lampenflamme aufstellt. Es ist sehr nöthig, die Flamme genau so hoch zu stellen, dass Strahlen von ihrer hellsten Stelle in das Spiegelloch einfallen. Je mehr man die Flamme dem Spiegel nähert, desto blendender wird die Beleuchtung. Hat man der Lampe die richtige Höhe und Entfernung (etwa 3—4 cm.) gegeben, so muss man die beiden Ocularöffnungen genau mit den Pupillen centriren. Hierauf wendet man den Spiegel mit seiner Fläche ein wenig nach dem Prisma zu und blickt in den Apparat, sich genau an die Oeffnungen anlegend, nach der Seite, in welcher sich das Prisma befindet zu. Man empfindet zunächst die helle Erleuchtung in dem Auge, welches sich gerade vor dem Spiegel befindet, hat sich aber wohl zu hüten, direct in das Licht hineinzusehen. Vielmehr wird das richtig eingestellte Auge von den Beleuchtungsstrahlen von aussen her getroffen. Oft sieht man dann sogleich in der Richtung des Prisma den hellerleuch-

teten Augengrund als scharfes Bild hervorspringen; wenn dieses jedoch nicht sogleich der Fall ist, so legt man die eine Hand an die Spiegelschraube, die andere an die Prismaschraube und macht mit beiden sehr zarte Drehbewegungen. Es ist nicht schwer, dann bald eine Spur des Bildes zu Gesicht zu bekommen, und sobald dies geschehen ist, hat man nur noch die Drehung des einen oder anderen eben bewegten Theiles so zu machen, dass das Bild ein rundes und möglichst central gelegenes ist, d. h. sich gerade in der Richtung der Augenachse befindet. Hierauf hat man zunächst für die Schärfe des Bildes zu sorgen, welche wesentlich von der Entfernung des Spiegels vom einen Auge, und der Vergrösserungslinse im Prismaocular vom anderen Auge abhängt. Die oben angegebenen mittleren Entfernungen sind nach meinen Augen bestimmt, welche Jäger No. 1 in 25 cm. noch deutlich lesen können. Ich habe daher auch der unten befindlichen Berechnung die Accomodation der Augen für 25 cm. Entfernung zu Grunde gelegt. Ein kurzsichtigeres Auge muss den Spiegel näher, und das Convexglas im Ocular vom Auge ferner haben; ein weitsichtiges umgekehrt. Bei höheren Graden von Refractionsanomalien der Augen reicht dies allein oft nicht aus. Es hat dann der Kurzsichtige vor das Prismaocular ein Concav- der Weitsichtige ein Convexglas zu halten, um das Bild deutlich zu sehen. — Eine geringe Verschiebung muss dabei auch an der Beleuchtungslinse vorgenommen werden, welche für sehr Kurzsichtige vom Spiegel entfernt, für sehr Weitsichtige dem Spiegel genähert werden muss.

Man hat nun zunächst durch Prisma- und Spiegeleinstellung darnach zu trachten, dass die Eintrittsstelle des Sehnerven nahezu die Mitte des Bildes ausmacht. Es lassen sich bei gleichzeitiger Bewegung der beiden genannten Theile verschiedene Netzhautstellen in das Bild bringen, jedoch zunächst nur die der inneren Netzhautpartie, und sodann unter mehr weniger grosser Anstrengung, wobei das Orientiren zugleich erschwert wird. Ich habe es daher vorgezogen, vor das Beleuchtungsocular ein prismatisches Brillenglas von runder Form so zu setzen, dass je nach der Stärke desselben ohne Veränderung

des Apparates und der Augenrichtung verschieden weit vom Sehnerveneintritt gelegene Stellen untersucht werden können. Durch Drehung des Glases bekommt man dann jedes Mal einen von der Papille um so entfernteren Kreis der Netzhaut zu sehen, je stärker die Brechkraft des Prisma ist. Es gelingt auf diese Art für Jeden leicht die richtige Orientirung.

Das ganze Instrument befindet sich übrigens auf einem auf- und abzuschraubenden Stativ, und kann auf dasselbe mit beiden Flächen aufgeschraubt werden, so dass man zur Untersuchung des linken und sodann des rechten Auges nur den Apparat umzustürzen hat. Eine künstliche Erweiterung der Pupille ist für die Untersuchung nicht erforderlich.

Capitel IV.

Theoretische Begründung des Autoskops.

Bei der physikalischen Begründung des optischen Vorganges haben wir es mit den vier Fragen zu thun: 1) welches ist die Wirkung des Spiegels, 2) welches die des Beleuchtungsapparates, 3) die des Prisma und 4) die des vergrössernden Linsenapparates.

Als Spiegel wurde ein sehr flacher Hohlspiegel gewählt, weil sein Bild ein helleres, umfänglicher erleuchtetes und in bequemerer Sehferne liegendes ist. Die Betrachtung der Richtung, in welcher die Bildstrahlen aus dem Augengrunde vermittelst des Beleuchtungsapparates auf den Spiegel fallen, wird erst deutlich machen, in wiefern für das Experiment der Hohlspiegel am geeignetsten ist. Zunächst sei nur hervorgehoben, dass ein Metallspiegel gewählt wurde, um das doppelte Spiegelbild einer Glasplatte zu vermeiden, welches zwar kaum wahrgenommen wird, indess doch von Einfluss auf die Erscheinung sein muss. Die Krümmung des Spiegels darf keine starke sein, weil sonst eine Beobachtung aus der Ferne nicht stattfinden kann. Der wichtigste Theil am Spiegel für unseren Zweck ist der centrale, d. h. der Rand des Loches. Auch die Schärfe des Randes liess sich am sichersten an einem Metallspiegel herstellen. Was nun die Grösse des Loches anlangt, so braucht diese bei unserem Experimente keine so geringe zu sein. Zunächst hängt von der Grösse des Loches die Lichtmenge ab, welche von der Flamme zum untersuchten Auge gelangen kann. Es zeigt sich also ein gewisser Durchmesser des Loches schon zur Erreichung einer hinreichenden Beleuchtung nothwendig. Sodann aber verschwindet das Loch im Bilde vollkommen auf unten

zu beschreibende Weise, sobald wir mit Vergrösserung untersuchen. Im nicht vergrösserten Bild erscheint allerdings das Bild des Loches stets in der Mitte, indess kann die Grösse des auf dem Spiegel entworfenen Bildes diesen Verlust zu einem relativ sehr geringen machen. Ich habe durch Versuche den Durchmesser von 5 mm. in jeder Beziehung als den geeignetsten gefunden.

Der Beleuchtungsapparat ist entschieden einer der wesentlichsten Theile des Instrumentes, da er für zweierlei Zwecke gleichzeitig dienen muss, erstens nämlich für die Beleuchtung des Augengrundes, sodann aber für die Entwerfung des Netzhautbildes auf dem Spiegel. Da nach physikalischem Gesetz die in das Auge eintretenden Lichtstrahlen auf demselben Wege wieder austreten, so müssen sie bei unserem Apparate dieselben Linsen wieder passiren, durch welche das Licht zum Auge gelangte, ehe sie zum Spiegel gelangen. Selbstverständlich erfordert es eine sehr vorsichtige Wahl von Linsen, um beiden Bedingungen möglichst in gleichem Grade gerecht zu werden. Die zwei zu verwendenden Methoden haben ihre Begründung in Folgendem:

1) Die Beleuchtung mittelst der Convexlinse No. 2½. Es treten die Lichtstrahlen von der Lampenflamme durch das Spiegelloch zum Auge jedes Mal in divergirenden Bündeln. Der Umfang jeden solchen Strahlenbündels ist durch das Spiegelloch gegeben, welches also den Querschnitt des Lichtkegels darstellt, der zur Erleuchtung verwendet wird. Bei der Anwendung von 2½ Convexlinse muss dieselbe ferner vom Spiegel als vom Auge aufgestellt werden. Alsdann werden die Lichtstrahlen, welche also von einem Punkte hinter dem Focus von 2½ ausgehen und daher kurz (c. 3 cm.) hinter dem Focus auf der Seite des Auges zur Vereinigung kommen würden, im Zustande starker Convergenz von der Hornhaut aufgenommen, durch die brechenden Medien des Auges zu rascher Kreuzung gebracht, und erleuchten nun im Wiederauseinanderstrahlen eine um so grössere Partie der Netzhaut, je convergenter sie die Hornhaut trafen. In unserem Apparate befindet sich die Linse No. 2½ von

6,5 cm. Brennweite (geprüft) 16 cm. vom Spiegel, und 7 cm. vom Auge entfernt. Es wird daher ein etwa 3 mm. grosses Stück der Netzhaut direct beleuchtet.

Die Erfahrung lehrt, dass wir ein weit grösseres Stück Netzhaut auf einmal beleuchten d. h. sein Bild sehen können, was von der unregelmässigen Brechung und der Lichtzerstreuung innerhalb des Auges herrührt. Das Bild des Augengrundes nun, welches in der Entfernung des deutlichen Sehens entstehen würde, wird durch dieselbe Linse No. $2\frac{1}{2}$, welche es passiren muss, angenähert und wird daher vor dem Spiegel in der Luft entworfen. Von jedem Punkte dieses Bildes nun geht ein Bündel divergirender Lichtstrahlen aus, welches den Spiegel in dieser divergenten Richtung trifft und in derselben Richtung von ihm zurückgeworfen wird. Ist der Spiegel plan, so erscheint uns dann das Bild als in eben so grosser Entfernung hinter dem Spiegel gelegen, als das Luftbild vor demselben ist; wird aber ein schwacher Hohlspiegel verwendet, so erscheint es uns um Etwas ferner und grösser. Da sich bei dieser Anwendung von einer Convexlinse ($2\frac{1}{2}$) das wirkliche Auge kurz hinter dem Focus der Linse befindet, so wird zugleich mit dem Netzhautbild auch das vergrösserte Bild des Auges, speciell der Iris wahrgenommen. Wir sehen daher das Netzhautbild im Rahmen der durch die Convexlinse sehr vergrössert erscheinenden Iris, und diese Beschränkung des Bildes kann unter Umständen störend sein, wesshalb ich noch eine andere Beleuchtungsart aufsuchte.

2) Die Beleuchtung mittelst zweier Convexlinsen. Es hat sich durch zahlreiche Experimente erwiesen, dass sich zur Erlangung eines hellen Bildes von grösserem Umfange nur die Benutzung der Linse No. 4 und der No. 5 dienlich erweist. In diesem Falle wird No. 4 nahe vor das Auge (3 cm.) und No. 5 ausserhalb des Focus von No. 4 (15 cm.) und näher dem Spiegel aufgestellt. Die Lichtstrahlen, welche durch das Spiegelloch zum Auge übertreten, bleiben dann durch die Linse No. 5 immer noch divergent, weil sie wie von einem Punkte innerhalb des Focus von No. 5 ausgehend er-

scheinen; nur eine geringere Divergenz wird ihnen mitgetheilt, und in dieser treffen sie die Linse No. 4, welche sie als von ausser ihrem Focus herkommend rascher zusammenbricht. Wenn sich nun das Auge etwa 3 cm. hinter No. 4 befindet, so nimmt die Hornhaut die convergirenden Lichtstrahlen ebenso wie oben auf und es wird eine um so grössere Stelle der Netzhaut direct beleuchtet, je convergenter die Lichtstrahlen das Auge treffen. Wenn nun auf diese Art für die Zwecke der Beleuchtung die Linse No. 4 die wesentliche, dagegen No. 5 die weniger wesentliche ist, so verhält es sich gerade umgekehrt für die Entwerfung des Bildes auf dem Spiegel. Es werden nämlich die Bildstrahlen der Netzhaut, welche erst in der Entfernung des deutlichen Sehens vor dem Auge zu einem Bilde vereinigt werden würden, durch die Linse No. 4 rascher zusammengebrochen, treffen sodann nach ihrer Kreuzung in Divergenz die Linse No. 5, welche sie in solcher Weise wieder zusammenbricht, dass sie wie von einem grösseren und näheren Bilde kommend den Spiegel immer noch divergirend treffen. Ist dieser Spiegel plan, so erscheint dann das Bild in deutlicher Sehweite und um so umfänglicher, je mehr No. 4 und 5 von einander entfernt werden. Ist der Spiegel hohl, so verschwindet das Bild wegen zu grosser Entfernung und zu geringer Beleuchtung. Ich habe diese Untersuchung in dieser Weise nur mit dem Planspiegel gemacht. Ehe wir zu der Modification übergehen, welche der Concavspiegel erfordert, müssen wir auf das Verschwinden der Iris aus dem Bilde bei der beschriebenen Untersuchungsweise aufmerksam machen. Die Iris, welche der Linse No. 4 gerade um die Brechung der natürlichen Linse näher liegt, wirft ihre Lichtstrahlen in so starker Divergenz zu No. 4, dass dieselben gar nicht zur Vereinigung kommen können. Da nun No. 5 diese Strahlen noch divergirend empfängt, so gelangen sie durch die Reflexion zur Vereinigung vor dem Spiegel, und zwar in einer Entfernung, die grösser ist, als die des Auges vom Spiegel. — Will man mit diesem Beleuchtungsapparat einen Hohlspiegel verbinden, so muss man allerdings in Etwas das Verschwinden der Iris aus dem Bilde aufgeben; indess ist dies lange nicht in solchem

Grade der Fall, wie bei der ausschliesslichen Anwendung von No. 2½. Man erlangt nämlich ein deutliches Bild, wenn man No. 4 vom Auge und No. 5 vom Spiegel so weit entfernt, dass sich beide Linsen auf etwa 6 cm. angenähert werden. Es werden dann die aus dem Auge kommenden Strahlen durch No. 4 rascher zum Bilde vereinigt und zwar kurz vor No. 5. Durch diese letzte Linse wird dabei in der Richtung der vom Bild zum Spiegel ausgehenden Strahlen nur wenig geändert. Da aber No. 5 für die Beleuchtung dadurch von Nutzen ist, dass die Lichtstrahlen vermöge der zweifachen Brechung in No. 5 und No. 4 convergenter zum Auge gelangen, so zeigt sich deshalb No. 5 unentbehrlich.

3) Die Wirkung des Prisma. Es lag in der Absicht, das Bild der Netzhaut, welches sich auf dem Spiegel entwirft, so vor die Sehachse des nicht beleuchteten Auges zu bringen, dass es von diesem Auge ungezwungen betrachtet werden kann. Den besten Dienst leistet dazu ein rechtwinkeliges Prisma von Flintglas, welches so vor dem beobachtenden Auge aufgestellt wurde, dass sich das Spiegelbild auf der Hypotenuse des Prisma reflectirte, und auf diese Art ohne Farbenzerstreuung und unregelmässige Brechung dargestellt wurde. Es muss daher das Prisma etwa in der Mitte zwischen Auge und Spiegel, zunächst um die Entfernung der beiden Augen von dem Beleuchtungsapparat aufgestellt werden, damit bei parallelen Augenachsen das eine Auge in voller Beleuchtung, das andere gleichzeitig auf das Prisma gerichtet sein kann. Sodann muss die spiegelnde Fläche des Prisma (Hypotenuse) jedes Mal nach aussen gestellt sein, und dabei einen bestimmten Winkel mit der Fläche des schräg gestellten Spiegels bilden. Dieser Winkel beträgt am geeignetsten 85°, wenn man die papilla nervi optici zum Mittelpunkte des Bildes wählen will, und wenn die Entfernung beider Augen von einander eine mittlere ist. Für meine Augen beträgt die Entfernung von der einen Pupillenmitte bis zur anderen 6,3 cm. Sind die Augen einander näher, so muss man den Spiegel zum Prisma etwas anders stellen, und zwar so dass der Winkel etwas grösser wird; sind sie ferner, so umgekehrt. Bei

dieser Aufstellung werden nun die Strahlen des Spiegelbildes der Netzhaut gerade so durch die eine Cathete des Prisma zu dessen Hypotenuse geleitet, dass sie von dieser in der Richtung der Sehachse des beobachtenden Auges zurückgeworfen werden, wenn dieses gerade auf das Prisma gerichtet ist. Es sind dabei die zwei wesentlichen Eigenthümlichkeiten des Prisma zu berücksichtigen, erstens, dass die Bildstrahlen seitlich in umgekehrter Anordnung aus dem Prisma austreten, als sie in dasselbe eintraten, während in der Richtung von oben nach unten keine Lageveränderung der Strahlen eintritt; und zweitens, dass durch das Prisma die eintretenden Strahlen ein wenig später zum Bilde vereinigt werden, als es der Fall bei einem einfachen Spiegel sein würde. — Es zeigt uns auf diese Art das Prisma die Netzhaut unseres einen Auges in gerader Richtung vor dem anderen unter eigenthümlichen Verhältnissen der Entfernung, Lage und Grösse. Die Entfernung des Bildes vom untersuchenden Auge ist gleich der Entfernung des Prisma vom Auge, plus der Entfernung des Prisma von der Stelle hinter dem Spiegel, von welcher die Bildstrahlen des Spiegelbildes auszugehen scheinen. Sie beträgt bei den unten angegebenen mittleren Verhältnissen der betreffenden Theile des Apparates 42,32 cm., oder nicht ganz 16 Wiener Zoll, eine Entfernung, in welcher ein nicht sehr kurzsichtiges Auge noch deutlich sehen kann. Die Lage der Bildtheile ist, wie schon erwähnt, eine in einer Richtung umgekehrte, gegen die des Spiegelloches. Es erscheint nämlich das, was im Spiegel rechts liegt, im Prismabilde links, während das oben Gelegene oben, und das unten Gelegene unten bleibt. Auf diese seitliche Verkehrung des Bildes ist bei der Aufsuchung bestimmter Stellen der Netzhaut genau zu achten. Haben wir z. B. die papilla zum Mittelpunkte des Bildes gewählt und wollen die macula lutea suchen, so finden wir dieselbe nach innen zu von der papilla, während wir sie bei der gewöhnlichen Augenspiegeluntersuchung nach aussen von ihr zu suchen haben. Es ist dabei zu bedenken, dass wir bei der Beobachtung z. B. mit dem rechten Auge, das Bild der linken Netzhaut so vor uns haben,

dass sich rechts von der papilla die Nase befinden würde, daher alles rechts von der papilla Gelegene das innen, alles links von ihr Gelegene das aussen Gelegene ist. Betrachten wir das vor uns liegende Netzhautbild wie das eines uns gegenüberstehenden fremden Auges, so verhält sich die Lage der Theile ganz gleichnamig damit, was übrigens unsere Untersuchung nur sehr erleichtert. Die Grösse des Bildes anlangend, so ist dieselbe gleich der des Spiegelbildes, denn das Prisma ändert an der Grösse Nichts. Bei den von uns als Beispiel angenommenen Verhältnissen (siehe unten) beträgt dieselbe das 6,4 fache der wirklichen Grösse. Das Bild erscheint also nicht ganz so gross, wie das bei der Untersuchung der Netzhaut im aufrechten Bilde.

Nachdem wir so in den einzelnen Theilen die Entstehung des Netzhautbildes des einen Auges vor dem anderen Auge betrachtet haben, wollen wir noch übersichtlich den Hergang überschauen. Das untersuchte Auge befinde sich 23 cm. von der Mitte eines in der Mitte durchbohrten Hohlspiegels von 30,0 cm. Brennweite. Hinter dem Spiegel steht in 3,12 cm. Entfernung eine Lampenflamme; zwischen Auge und Spiegel steht eine Convexlinse $2\frac{1}{2}$, und zwar 7 cm. vom Auge entfernt; seitlich von dieser steht das Prisma mit der Hypotenuse nach aussen, um die Entfernung der Augen von einander entfernt (6,3 cm.); die Hypotenuse des Prisma bildet mit der Flächenachse des Spiegels einen Winkel von 85^0, und wir sehen mit dem anderen Auge, indem wir das eine fühlbar in heller Beleuchtung halten, gerade auf das Prisma zu. Dann erscheint uns das Bild unserer eigenen Netzhaut mit der papilla in 42,32 cm. Entfernung und 6,4 facher Vergrösserung, umsäumt von der gleichzeitig sichtbaren Iris. Und zwar kommt dieses Bild auf folgende Weise zu unserem anderen Auge: Die Lichtstrahlen der Lampenflamme treten in divergenten Strahlenbündeln durch das Spiegelloch, welches eine halbe Weite von 0,3 cm. hat, gelangen divergirend zur Linse $2\frac{1}{2}$, auf welcher sie einen Kreis von 1,9 cm. erleuchten, und werden von dieser so gebrochen, dass sie sich in 9,63 cm. Entfernung wieder ver-

einigen würden. Nun treffen sie aber schon in 7 cm. Entfernung auf das Auge, dessen Sehachse um 10^0 vom mittleren Lichtstrahl, gegen das andere Auge zu, abgelenkt ist. Sie werden nun durch die brechenden Medien des Auges dicht vor der Netzhaut zur Vereinigung gebracht und beleuchten im Auseinanderstrahlen direct eine Stelle der Netzhaut im Umfang von 0,34 cm. Diese beleuchtete Stelle liegt dann mit ihrer äusseren Grenze um 0,03 cm. nach innen von der macula lutea. Von dieser erleuchteten Netzhautstelle gehen nun die Bildstrahlen wieder durch die brechenden Medien des Auges nach aussen und würden sich in der Entfernung des deutlichen Sehens (in unserem Fall 25 cm.) zu einem umgekehrten Bilde vereinigen. Die Linse $2\frac{1}{2}$ aber, welche die Bildstrahlen dabei passiren müssen, bringt dieses Bild näher, so dass es von der Linse nur noch 4,78 cm. (auf der Seite des Spiegels) entfernt zu liegen kommt. Von jedem Punkte dieses physischen Bildes gehen nun divergirende Strahlenbündel zu dem Spiegel, welchen sie in der Umgebung des Loches treffen. Dieser strahlt das Bild so zurück, als ob es 17 cm. hinter ihm gelegen wäre. Aber er wirft die Bildstrahlen dem Prisma zu, welche sie als bis jetzt unverändert umgekehrtes Bild der Netzhaut empfängt. Im Prisma nun werden die reflectirten Strahlen in seitlich umgekehrter Ordnung, aber in der Sehachse unseres anderen Auges zum Austreten gebracht, und es erscheint uns daher vor dem beobachtenden Auge in der Entfernung von etwa 43 cm., d. h. in der Summe der Entfernungen des Prisma vom Auge (12 cm.), Prisma vom Spiegel (14 cm.) und Bild vom Spiegel (17 cm.). In diesem Bilde ist die Anordnung der Elemente in seitlicher Beziehung wieder ganz, wie auf der wirklichen Netzhaut, während das wirklich oben befindliche sich unten, und das unten Befindliche oben darstellt. In diesem Bilde sieht man, nahezu in der Mitte, das Loch des Spiegels in seiner wirklichen Grösse. Man kann zu ungestörterer Beobachtung dasselbe mittelst einer ganz kleinen Drehung des Spiegels auf verschiedene Stellen des Bildes ablenken.

4) Die Vergrösserung des Spiegelbildes. Die von dem Spiegel ausgehenden divergirenden Bildstrahlen, welche nach der

bisher beschriebenen Methode erst von unserem beobachtenden Auge zu einem Bilde vereinigt werden, können durch ein Convexglas schon früher zur Vereinigung gebracht werden. Wenn man nämlich vor dem Spiegel in der Richtung der Strahlen (dem Prisma zu) eine Convexlinse No. 2¾ aufgestellt, so bewirkt diese Linse eine Vereinigung der Strahlen zum Bilde noch vor unserem Auge. Das so erzeugte physische Bild liegt nämlich bei unserem Instrumente nahe vor dem Prisma auf der Seite unseres Auges. Wenn man diese Linse gerade in ihrer Focalentfernung (7 cm.) vom Spiegel entfernt aufstellt, so bricht sie die Strahlen etwa 3 cm. nach ihrem Austritte aus dem Prisma zum Bilde zusammen. Die grosse Nähe vor unserem Auge lässt das Bild, was an und für sich ein noch kleineres sein würde, nicht als solches erkennen. Wenn wir aber zwischen dasselbe und unser Auge noch eine Vergrösserungslinse (2¼) setzen, so vergrössern wir das physische Bild und bringen es zugleich in die Entfernung des deutlichen Sehens. Dasselbe zeigt dann die 12 fache Grösse der wirklichen Netzhaut. Da, wie schon oben gesagt, das Bild im Spiegel sich stets zur Seite des Loches befindet, so müsste das Loch hier mit zur Erscheinung kommen. Da aber das Loch sich nahezu in der Focal-Ebene der Linse 2¾ befindet, so würden dessen Strahlen sich erst in unendlicher Entfernung zu einem Bilde vereinigen, welches im Focus der zweiten Linse durch deren Zwischenstellung zu stehen kommt. Dieser liegt im Auge, vor der Netzhaut, und kann daher kein Bild des Loches auf derselben entworfen werden. Man sieht deshalb seine Netzhaut in ununterbrochener Fläche. —

Von dem Bilde.

Wir müssen, nachdem wir die Entstehung des Bildes kennen gelernt haben, auch der Beschaffenheit desselben in mehrfacher Rücksicht Aufmerksamkeit schenken. Unter Zugrundelegung der oben angegebenen Aufstellung des Apparates in der mittleren Entfernung aller Theile vor einem etwas kurzsichtigen Auge (bei 25 cm. Fern-

punkt wollen wir zunächst die Eigenschaften des mit Vergrösserung dargestellten Netzhautbildes genau prüfen. Diese Eigenschaften sind: 1) die der Entfernung vom Auge, 2) die der Vergrösserung, 3) die der Lage der einzelnen Bildtheile. Wir werden in allen drei Beziehungen am leichtesten den Einblick erlangen, wenn wir wieder die Entstehung des Bildes verfolgen.

Zunächst treten also von der beleuchteten, 0,34 cm. grossen Netzhautstelle, Strahlen aus dem Auge aus, die sich in der Entfernung des deutlichen Sehens (hier 25 cm.) vor dem Auge zu einem umgekehrten Bilde vereinigen würden. Da nun aber inzwischen diese Strahlen die Convexlinse 2½ schon in 7 cm. Entfernung vom Auge treffen und passiren müssen, so vereinigen sie sich weit früher zu einem Bilde. Dasselbe zeigt sich nun schon verschieden von der wirklichen Netzhaut. Denken wir uns als hinter dem untersuchten Auge stehend, so ist die Anordnung der Elemente der Netzhaut in Bezug auf unten (u), oben (o), innen (r) und aussen (l) so: $l \genfrac{}{}{0pt}{}{o}{u} r$. Die relative Grösse dieses beleuchteten Objects nehmen wir als 1 an. Es würde dann in 25 cm. Entfernung das umgekehrte Bild folgendermassen entstehen: $r \genfrac{}{}{0pt}{}{u}{o} l$. Es wird aber durch Linse No. 2½ verhindert und entsteht daher (nach Formel $\frac{1}{x} = \frac{1}{a} - \frac{1}{p}$, worin x die gesuchte Entfernung des Bildes, a die Entfernung des Objects, p die Brennweite bedeutet,) in $\frac{(25-7) \cdot 6,5}{(25-7)+6,5} = 4,78$ cm. hinter der Linse nach dem Spiegel zu. Die Vergrösserung beträgt daselbst $\frac{4,78}{18}$, die Stellung des Bildes ist wie die Letztgenannte.

Von diesem physischen Bilde nun aus gelangen divergirende Strahlenbündel zum Spiegel und bedingen ein Bild im Spiegel nach Formel $x = \frac{fa}{f - a \cos. \alpha}$, wobei α den halben Winkel zwischen Verbindungslinie von Auge und Spiegel, und Spiegel und Prisma ist, $= \frac{30 \cdot 11,10}{30 - 0,946 \cdot 11,10} = 17,08$ cm. Da der senkrechte Abstand des physischen Bildes vom Spiegel $= 10,51$ ist, so ist die Vergrösserung $=$

$\frac{30}{10,51-30}$; die Stellung des Bildes ist noch immer dieselbe: $r\ {}^{u}_{o}\ l$. Dieses Spiegelbild befindet sich nun von der Linse $2\frac{3}{4}$ in einer Entfernung von $17,08+7=24,08$. Es würde daher das durch diese Linse erzeugte Bild in $\frac{24,08 \cdot 7}{17,08} = 9,87$ cm. Entfernung entstehen und die Stellung würde wieder eine zur vorigen umgekehrte sein: $l\ {}^{o}_{u}\ r$, d. h. ganz dieselbe wie auf der wirklichen Netzhaut. Nun wird aber dieses Bild durch das Prisma verhindert. Da es vor dem Prisma erscheint, so tritt durch dessen Brechung eine Verschiebung in der Richtung des mittleren Strahles um circa 0,76 cm. ein. Es entsteht daher das Bild in einer Entfernung vom Prisma von $9,87-7+0,76=3,63$ cm Die Vergrösserung ist natürlich dieselbe, wie oben. Die Stellung wird aber durch das Prisma dahin geändert: $r\ {}^{o}_{u}\ l$. Da nun endlich die Entfernung dieses Bildes von der Linse $2\frac{1}{4} = 8-3,63=4,37$ cm. ist, so ensteht das von uns wirklich gesehene Bild in $\frac{4,37 \cdot 5,7}{1,33} = 19,5$ cm. Entfernung von der Linse und daher 23,5 cm. vom beobachtenden Auge, in einer Vergrösserung von 12 und in der Stellung $r\ {}^{o}_{u}\ l$.

Bei den verschiedenen Refractionszuständen der Augen ist deren Einfluss auf die Bildlagen und Grössen folgender: Ist ein Auge sehr kurzsichtig, so wird sich sein Netzhautbild in geringerer Entfernung vor dem Auge umgekehrt darstellen, daher von der Linse $2\frac{1}{2}$ in geringerer Entfernung vom Auge, aber grösserer vom Spiegel physisch dargestellt werden. Da sich dieses Bild weiter als in unserem Falle vom Spiegel entfernt befindet, wird auch das Spiegelbild weiter hinter dem Spiegel liegen, folglich näher am Prisma, und durch die Vergrösserungslinse ferner vom beobachtenden Auge, als in unserem angenommenen Falle. Es kommt daher Derjenige, der 2 sehr kurzsichtige Augen hat, in die unangenehme Lage, dass sich sein Netzhautbild weiter als in der deutlichen Sehweite befindet. Gerade umgekehrt ist es bei dem Weitsichtigen, dessen umgekehrtes Bild entfernter vom Auge, daher durch die Linse $2\frac{1}{2}$ näher vom Spiegel, und folglich das Spiegelbild näher hinter dem Spiegel, das davon durch

die Linse $2^3/_4$ gebrochene Bild weiter vom Prisma entfernt dem Auge zu liegt und durch die Vergrösserungslinse in solcher Nähe dargestellt wird, dass es innerhalb der deutlichen Sehweite zu liegen kommt. Es muss daher wie oben angegeben, oft eine Correction durch die betreffenden Gläser bewirkt werden.

Capitel V.

Parallele der Untersuchungsmethoden.

Nachdem es auf die beschriebene Weise gelungen ist, einen Apparat zur Beobachtung seiner eigenen Netzhaut im umgekehrten Bilde herzustellen, besitzen wir eine hinreichende Auswahl von Methoden zur Autoskopie. Wir können nämlich 1) im aufrechten Bilde jedes Mal dasselbe Auge mit demselben Auge untersuchen; wir können 2) im umgekehrten Bilde das eine Auge mit dem andern Auge, und endlich 3) im umgekehrten Bilde dasselbe Auge mit demselben Auge (an der Peripherie) untersuchen. Es dürfte nöthig sein, ehe wir zu den Befunden der Untersuchung übergehen, eine kurze Beurtheilung der einzelnen Methoden vorauszuschicken.

Die monoculäre Autoskopie im aufrechten Bilde ist nur mit dem Instrumente von Coccius möglich. Aus der obigen Beschreibung desselben und seiner Anwendung geht zunächst für die Benutzung des Instrumentes hervor, dass der Untersucher die völlige Abstraction von den umgebenden Objecten besitze, welche zum Gelingen rein entoptischer Experimente erforderlich ist. Man muss 1) bei sicherer Haltung des Instrumentes seine Augenachse auch ohne vorläufig sichtbares Object zum Fixiren freiwillig genau richten können. Dies ist nicht immer leicht, da der schwarze Spiegelgrund, in welchen man hineinzusehen hat, oft nicht festgehalten wird gegenüber der dicht benachbarten hellen Lichtquelle. Man muss 2) sein Auge für die Ferne accomodiren, als ob man im finstern Spiegelgrunde ein entferntes Object aufsuchen wolle. Diese Accomodationsthätig-

keit ist es vorzüglich, welche Ungeübten oft Schwierigkeiten bereitet, und dennoch ist sie nicht allein zum Finden, sondern hauptsächlich auch zum Erkennen des Objects und seiner Einzelheiten absolut erforderlich. Sobald man aber einmal den rothen Reflex überhaupt wahrnimmt, gelingt es meist rasch, durch ein darin auftauchendes Netzhautgefäss ein Object zum Fixiren zu finden, und damit ist die richtige Accomodation für das Experiment gesichert. Man muss endlich 3) zur Erkennung der einzelnen Netzhautstellen das Flammenbild richtig wandern lassen, wozu eine gleichzeitige Mitwirkung der Augenmuskeln, der Haltung des Kopfes und vorzüglich der Richtung des Instrumentes dringend erforderlich ist. Wenige Versuche schon bringen darin zu grosser Fertigkeit, und so ist es von dieser, wie von den vorgenannten Schwierigkeiten auszusprechen, dass sie, wenn auch an und für sich, doch für den Augenarzt von Fach keine sein werden. — Wichtiger noch als die Besonderheiten des Gebrauches des Instrumentes sind für die Würdigung des Instruments die Eigenschaften des damit zu gewinnenden Bildes. Es ist durch die sinnreiche Erfindung Alles vereinigt, was eine solche monoculäre Untersuchung im aufrechten Bilde zu einer möglichst ergiebigen machen kann. Besonders ist dies auf die Verstärkung der Beleuchtung zu beziehen. Aber trotzdem bleibt das Bild ein weit dunkleres, wenn auch sehr scharfes, als das umgekehrte Netzhautbild. Es besitzt auch einen weit geringeren Umfang als dieses, und ist dennoch für das, was es sein soll, ein ohne Zweifel besseres. Diejenigen Theile der Netzhaut nämlich, welche mit dem Instrumente beleuchtet werden, stellen sich in bessern Tiefendimensionen dar, als beim umgekehrten Bilde. Ferner sind gerade die Beobachtungen an der Grenze der Beleuchtung für gewisse Zwecke der physiologischen Prüfung die entscheidenden. Endlich hat die freie Beweglichkeit der Beleuchtung nach allen Theilen der Netzhaut, sowie die Bewegung des Auges und Kopfes zusammen mit dem Instrumente einen besondern Vortheil vor der fixirten Beleuchtung der Netzhaut im umgekehrten Bilde voraus, wovon später die Rede sein wird.

Die binoculäre Autoskopie, welche stets nur im umgekehrten Bilde möglich ist, schliesst durch die Erfindung des Autoskops jede Mitwirkung der eigenen Augen des Beobachters für die Gewinnung des Bildes aus. Der Beobachter hat nur einfach in der sich selbst darbietenden Richtung des Bildes zu sehen und dem vor dem Oculare befindlichen Prisma die geeignete Stellung zu geben, oder das Prisma vor dem beobachteten Auge zu drehen, wenn er eine andere Stelle der Netzhaut sehen will. Es sind für diese Untersuchung die Hauptschwierigkeiten durch die Einrichtung des Instrumentes schon aufgehoben, dagegen stellen sich Eigenthümlichkeiten des Bildes heraus, welche nicht unbeachtet bleiben dürfen. Hinsichtlich der Beleuchtung übertrifft das Autoskop das Coccius'sche Instrument bedeutend. Es ist dieser Umstand um so mehr zu beachten, als das umgekehrte Bild gleichzeitig eine grössere Ausdehnung hat. Obgleich nun bei beiden Instrumenten die beleuchtete Netzhautstelle mit der Stelle des directen Sehens betrachtet wird, hat die Untersuchung im umgekehrten Bilde doch den Vortheil, dass sich das Bild in deutlicher Sehweite und noch dazu vor dem andern Auge befindet, wodurch jede Anstrengung der Augen erspart wird. Vergleicht man die Beleuchtung des zu untersuchenden Auges bei beiden Instrumenten, so ist sie für das Gefühl bei meinem Instrumente eine blendendere. Immer aber wird die Beleuchtung im umgekehrten Bilde dadurch noch einen Vortheil im Ertragen gewähren, dass sie durch die grosse Helligkeit des Netzhautbildes gleichsam aufgewogen wird. Neben einem hellen Lichte ist es leichter, ein helles, als ein mattbeleuchtetes Bild zu fixiren. Was nun die Objecte der Beobachtung betrifft, so kann mit meinem Autoskope direct nur ein gewisser Theil der Netzhaut (die innere Fläche) bei binoculärer Untersuchung betrachtet werden, während mit dem Coccius'schen alle hinter dem Aequator gelegenen Theile gut beleuchtet werden können. Durch das Vorhalten und Drehen eines prismatischen Glases kann man aber bei meinem Instrumente dieselbe Ausdehnung der Untersuchung gewinnen. Um so gewichtiger erscheint der Vortheil des Ueberblickes über eine

grössere Netzhautstelle bei meinem Instrumente. Zur Erkennung der Abstufungen in Farbe, Gefässcaliber, Gefässverzweigung etc. ist ohne Zweifel der gleichzeitige und helle Ueberblick ein grosser Vortheil. Es ist ausserdem noch auf die grosse Wichtigkeit hinzuweisen, welche das Instrument dadurch besitzt, dass die Stelle des directen Sehens gezeigt werden kann. Diese zu sehen, ist mit dem Instrumente von Coccius unmöglich. — Es wird demnach das Autoskop als ein hinreichend ergiebiges Instrument für Beobachtung und Demonstration angesehen werden müssen.

Die monoculäre Autoskopie im umgekehrten Bilde ist die letzte Methode, mit welcher gewisse Lücken der bisher beschriebenen Untersuchungsweisen ausgefüllt werden können. Sie ist für sich allein nicht hinreichend, weil sie nur die Peripherie der Netzhaut darzustellen im Stande ist. (Die Beschreibung siehe oben unter »Prisma«.) Aber sie ergänzt hauptsächlich die binoculäre Untersuchung in Betreff der äussern Netzhauthälfte. Ferner könnte sie bei Verlust des einen Auges immer nöthig werden. Die Bildgrösse etc. ist der bei der binoculären Untersuchung ohne Vergrösserung völlig gleich, und somit theilt sie deren oben bezeichnete Eigenthümlichkeiten mit ihr.

Die Wahl der jedes Mal geeignetsten Untersuchungsweise wird sich nun zunächst nach Dem zu richten haben, was wir zu beobachten beabsichtigen. In dieser Beziehung wird sich bei der Besprechung der Befunde mitunter die unabweisliche Nothwendigkeit für die bestimmte Wahl nur einer der Methoden herausstellen. Es hat aber auf die Wahl unter Umständen auch die Beschaffenheit der Augen des Beobachters einen Einfluss, und es muss daher ebenfalls auf einige wichtige Punkte in dieser Beziehung hingewiesen werden.

Jeder Beobachter, der autoskopiren will, hat zur richtigen Deutung Dessen, was er beobachtet, vor Allem auf drei Punkte zu achten. Erstens, welches der Bau, zweitens, welches die Pigmentirung, und drittens, welches die Sehschärfe seiner Augen ist. In allen drei Beziehungen

muss der Beobachter noch überdies seine beiden Augen miteinander vergleichen, ehe er an den Versuch geht.

Der Bau des Auges schliesst auch bei extremen Maassen keineswegs die Möglichkeit der Untersuchung aus. Wenn auch der Emmetrop jedes Mal im Vortheil ist, so kann doch ebensowohl der Ametrop, als der Hypermetrop ein deutliches Bild durch Hülfe von Gläsern gewinnen. Während nämlich bei dem Instrumente von Coccius jedes Mal das zum deutlichen Sehen in mittlerer Sehweite erforderliche Glas nur auf den Spiegel gelegt zu werden braucht, und die Untersuchungsweise dann dieselbe bleibt, bedarf es bei meinem Instrumente nur einer geringen Correction an der Einstellung der Gläser, oder ebenfalls eines Glases. Von grösster Bedeutung ist die Berücksichtigung des Baues der Augen für die Beurtheilung des Befundes selbst. Vorzüglich nämlich an den kurzsichtigen Bau des Auges knüpfen sich gewisse Veränderungen im Innern, welche später genauer angegeben werden sollen.

Was nun die Pigmentirung der Augen anlangt, so hat der Grad derselben für die Färbung und die Einzelwahrnehmung des Augengrundes einen hohen Werth. Wenn sich auch oft der Pigmentgehalt der Aderhaut in Bezug auf seine Dichtigkeit nicht gleich mit dem der Iris zeigt, so sind doch grosse Abweichungen zwischen beiden Membranen immer selten, und es dient daher sehr zur richtigen Beurtheilung, wenn man auf die Farbe seiner Iris zunächst ein besonderes Augenmerk hat.

Endlich ist die Sehschärfe in beiden Augen sowohl auf ihre Intensität, wie ihre Ausbreitung vor dem Versuch genau zu prüfen. Nicht selten wird sich dann finden, dass gewisse physiologisch erscheinende Veränderungen schon pathologisch sind, oder auch im Gegentheile, dass auffällige Abweichungen des einen Auges vom andern insofern nicht pathologisch zu nennen sind, als sie keine Sehstörung veranlassen. Die Wichtigkeit dieser Bemerkungen wird sich bei der Beschreibung der Befunde sehr bald erweisen.

Capitel VI.

Topographie des Augengrundes.

I. Der Augengrund.

Das nächste bei der Autoskopie ins Auge fallende Bild ist das des rothen Augengrundes. Ehe man seinen Details Aufmerksamkeit schenkt, hat man die Nüancirung der Farbe zu beachten. Die Röthung des Augengrundes, welche das Product des durch die Aderhaut hindurch zurückgestrahlten Lichtes ist, zeigt sich nicht allein bei verschiedenen Augen, sondern auch an verschiedenen Stellen verschieden. Die Autoskopie lehrt in vorzüglichster Weise die Wirkung der Beleuchtung auf den Grad der Färbung kennen. Im aufrechten Bilde, welches ein um Vieles weniger beleuchtetes, sowohl im Grade, wie in der Ausdehnung der Beleuchtung ist, erscheinen die Färbungen im Allgemeinen dunkler. Man kann sicherer dabei den von der Netzhaut herrührenden schwach dämpfenden Schein von der Röthe der Aderhaut trennen, obgleich dieser Schein der Netzhaut an sich ein grösserer bei der Untersuchung im umgekehrten Bilde ist. Ich habe es durch zahlreiche vergleichende Versuche an meinen Augen mit Bestimmtheit gefunden, dass zu Folge der leichteren Tiefenbestimmung im aufrechten Bilde eine grössere Gewissheit über die Einzelheiten, welche den rothen Schein des Augengrundes bewirken, zu erlangen ist. Dagegen gehört mindestens ein sehr scharfes Farbengedächtniss dazu, wenn man im aufrechten Bilde Verschiedenheiten der

Färbung an einzelnen Stellen des Augengrundes bestimmen will. Hierzu eignet sich das Autoskop nun ganz vorzüglich, da es, auf einmal eine grosse Fläche beleuchtend, dennoch langsam die verschiedensten Stellen des Augengrundes gleichsam im Uebergange darzustellen vermag. Es lassen sich nun mittelst desselben drei verschiedene Färbungen am Augengrunde unterscheiden, nämlich die tiefstrothe an der Peripherie der Netzhaut, eine hellrothe im Grunde des Auges, besonders wenn die papilla zum Mittelpunkte des Bildes gewählt wird, und eine mehr gelbrothe an der Stelle des directen Sehens. In Betreff der beiden ersten Grade von Färbung ist die vom Eintritte des Sehnerven nach der Peripherie zu abnehmende Dicke der Netzhaut ohne Zweifel als Grund der sichtbaren Röthe der Aderhaut in letzterer Gegend anzunehmen. In Betreff der dritten Färbung wirken ohne Zweifel Einflüsse der Beleuchtung mit, wovon unten gesprochen werden wird. Der besondere Einfluss, welchen die Lichtreflexion von der papilla nervi optici bei der Untersuchung im aufrechten Bilde in so hohem Grade zeigt, fällt bei der Untersuchung im umgekehrten Bilde fast vollkommen weg, ausser wenn man die Sehnervenscheibe ganz an die Grenze des beleuchteten Bildes bringt, wobei dann dieselben Erscheinungen wie bei der Untersuchung im aufrechten Bilde zu beobachten sind.

Die an verschiedenen Augen bemerkte Verschiedenheit der Färbung betrifft nur die Nüance des Roth. Dieselbe verdient zwar an und für sich eine grosse Aufmerksamkeit; hingegen ist die Autoskopie gerade für diese Frage nur von secundärem Belang, da jeder Beobachter eben nur die eine Färbe seines eigenen Augengrundes vor sich hat. Es sei darum nur bemerkt, dass im Wesentlichen die Dichtheit der Pigmentirung der Aderhaut den Unterschied im Roth einzelner Augen bewirkt. Je dichter das Pigment ist, um so mehr nähert sich der Farbenton dem Braunroth, und um so bemerkbarer wird die eigenthümliche Erscheinung der Netzhaut im Bilde. Es möge im Allgemeinen nur darauf hingewiesen werden, dass es gewiss vom grössten Vortheil ist, wenn jeder Beobachter durch die genaue Kenntniss der

Färbung seines eigenen Augengrundes gleichsam einen Maassstab besitzt, welcher ihn bei der Untersuchung anderer Augen zum Vergleiche der Färbungen hindurch begleitet. An sich selbst kann indess durch die blosse Beachtung der Färbung des Grundes nicht viel gewonnen werden, da wir es zumal nur mit zwei, und zwar constanten Lichtmengen der Beleuchtung je nach dem verschiedenen Instrumente zu thun haben.

2. Die papilla nervi optici.

Die Eintrittstelle des Sehnerven lässt sich mit beiden Instrumenten in mehrfacher Beziehung verschieden gut untersuchen. Wenn man ihre Erscheinung im Vergleich mit der des übrigen Augengrundes kennen lernen will, so dient dazu am besten das Autoskop, wenn mittelst desselben der Sehnerveneintritt zum Mittelpunkte eines grössern Bildes gemacht wird. Wenn man hingegen die physiologischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten dieser Stelle genauer prüfen will, so geschieht dies am leichtesten mit dem Instrumente von Coccius, oder wenn man es im umgekehrten Bilde untersuchen will, so muss man die papilla an die Grenze des Bildes bringen, ja sogar nur mit dem Halblicht untersuchen. Die anatomischen Eigenthümlichkeiten dieser Stelle betreffen ihre Form, ihre Farbe, ihre Grenzen, ihre Oberfläche und die Centralgefässe, welche auf ihr ihren Ursprung haben.

Die Form der papilla nervi optici ist nahezu rund. Sie weicht öfter dahin ab, dass sie länglich oval erscheint, als dahin, dass sie queroval gefunden wird. Letzteren Befund hat man an gesunden Augen bisher nie gemacht, sondern nur an solchen, welche durch eine centrale Erkrankung verändert waren. Mitunter ist die Form des Sehnerveneintritts eine eckige, so besonders zuweilen bei Denen, die nach innen schielen. Noch öfter bietet der Gesammteindruck seiner Form ein verschiedenes Bild dadurch dar, dass in der nächsten Umgebung des Sehnerven Veränderungen eingetreten sind, welche eine grössere Dimension des hellen Reflexes verursachen, so beson-

ders bei Kurzsichtigen. Von diesen Eigenthümlichkeiten kann erst später die Rede sein, und dieselben können auch erst dann berücksichtigt werden, wenn man die Farbe des Sehnerveneintritts genau kennt.

Die Farbe der papilla nervi optici ist im Allgemeinen eine mattgelbe. Dieselbe hat ihren wesentlichen Grund in der Beschaffenheit der im Querschnitte gesehenen Anhäufung von Sehnervenfasern. Diese Nervenfasern besitzen nämlich im Gebiete der innern Oberfläche des Auges keine Nervenscheiden mehr, und gestatten daher bis zu einem gewissen Grade ein Durchleuchten. Man erhält dem zu Folge keinen entschiedenen Reflex, wie dieser bei gewissen krankhaften Veränderungen gefunden wird, sondern selbst dann, wenn man das Licht auf der Oberfläche der papilla concentrirt, zeigt sich die Grenze des Lichtbildes verwaschen. Dieses Experiment lässt sich nur mit dem Instrumente von Coccius machen, da dieses durch die Kleinheit der beleuchteten Netzhautstelle gestattet, den Sehnerveneintritt ausschliesslich zu beleuchten. Im umgekehrten Bilde prägt sich diese eigenthümliche Durchleuchtung der Sehnervenfasern nur durch eine besondere Weichheit der gelben Farbe aus. Was nun das Gelbliche selbst anlangt, so ist zu beachten, in welchem Contraste diese Farbe zu der des umgebenden Augengrundes steht. Wie vor Allem Jäger nachgewiesen hat, verdient die Contrastwirkung bei der Beurtheilung der Farben im Augengrunde die grösste Aufmerksamkeit.

Die Grenzen der papilla nervi optici sind mehrfach. Wenn man unter Berücksichtigung der mattgelben Farbe des Nerven selbst zunächst beachtet, wo diese Färbung aufhört, so zeigt sich diese eigentliche Nervengrenze durch einen sehr zarten Ring angedeutet. Derselbe prägt sich besser bei der Untersuchung im aufrechten, als im umgekehrten Bilde aus, und kann dann zufolge gewisser Niveauverhältnisse des Sehnervenquerschnitts fast niemals auf einmal als Ring im Ganzen wahrgenommen werden. Im umgekehrten Bilde zeigt er sich vollständig, aber so fein, dass eine vorzügliche Sehschärfe und Aufmerksamkeit zu seiner Erkennung erforderlich ist. Nach aussen

von diesem Ringe zeigt sich sodann ein weisslicher zweiter Ring, welcher der Uebertrittsstelle der tunica vaginalis des Sehnerven in die Sclerotica seinen Ursprung verdankt. Diese von Liebreich sogenannte Scleroticalgrenze ist von unbestimmter Deutlichkeit. Sie ist nämlich oft kaum sichtbar, oft auch auffällig breit, und zwar hängt diese Verschiedenheit nur davon ab, wie weit die Uebergangsstelle der tunica vaginalis in die Sclerotica durch die Chorioidea verdeckt, oder blossgelegt ist. Die dritte und wesentlichste Grenzlinie nämlich der papilla wird von der Aderhaut gebildet. Da die Aderhaut einen Ausschnitt für den Durchtritt des Sehnerven besitzt, und genau bis an denselben heranreicht, so hängt das Sichtbarwerden dieses Aderhautrandes nur von der Durchsichtigkeit der darüber gelegenen Netzhauttheile ab. Diese sind nun an dieser Stelle ausser den Fasern des Sehnerven auch schon die stäbchenförmigen Körper der Netzhaut, welche indess ebenso wie die Nervenfasern das Licht durchlassen und auf diese Art die Erkennung dieser Aderhautgrenze mit Bestimmtheit gestatten. Die Lage dieser Aderhautgrenze ist insofern eine verschiedene, als sie sich oft über die Scleroticalgrenze weggeschoben findet. In diesem Falle ist dann noch ausserhalb von der Aderhautgrenze die durchleuchtende Sehnervengrenze von dem Theile des Sehnerven zu sehen, welcher noch von den Nervenscheiden umhüllt ist. Wichtiger sind noch gewisse zufällige Begrenzungen, welche in der Richtung nach aussen zu ausser den schon genannten zuweilen noch wahrgenommen werden. Zunächst nämlich gehört es mit zu den häufigsten und nicht pathologischen Erscheinungen, dass ein Theil des Sehnerveneintritts von einem grauen Mondsichelförmigen Saume umgeben ist. Dieser Saum, der stets in seiner Mitte am dicksten gefunden wird, und nach beiden Seiten hin spitz zuläuft, rührt von einer besondern Anhäufung von Aderhautpigment her und zeigt sich vorwaltend am äussern Rande der papilla. Sehr häufig findet man ihn nur auf dem einen Auge, während er auf dem andern fehlt. Eine fernere nicht eigentliche Begrenzung erhält der Sehnerv zuweilen dadurch, dass zwischen der papilla und dem rothen Augengrunde eine ver-

schieden grosse weisse Sichel gleichsam eingefügt scheint. Dieselbe gehört bei gewissen Graden von Kurzsichtigkeit fast zur Norm und muss deshalb auch bei der Autoskopie eine Berücksichtigung finden. Da dieselbe von der durchscheinenden Sclerotica herrührt, wird sie bei Besprechung dieser genauer beschrieben werden.

Die Oberfläche der papilla nervi optici erscheint zunächst schwach gewölbt, woher ihr recipirter Name. Obgleich die Anatomie eine solche Vorwölbung nicht immer nachweist, ist die Erscheinung doch eine so constante, dass gewisse physikalische Gründe dafür vorliegen müssen. Zunächst ist als ein solcher zu betrachten die Weichheit und Durchscheinenheit der Nervenfasermasse; sodann können kleine Niveauveränderungen auf der Oberfläche wesentlich zu diesem Effect beitragen; endlich aber, und wohl am meisten wirkt der Farbencontrast zwischen der hellgelben papilla und dem tiefrothen Augengrunde vortheilhaft für die scheinbare Vorwölbung der papilla. In Wirklichkeit sind aber verschiedene, auch normal vorhandene, Unebenheiten an der papilla zu beobachten. Beginnt man mit der Betrachtung der äussern Grenze der papilla, so erscheint diese meist im Niveau des Augengrundes (der Netzhaut) gelegen. Fast in allen Fällen zieht sich diese Fläche ringförmig bis etwa zur Hälfte der papilla hin, dort aber wird eine Erhebung, welche mit ihrem Centrum nicht gerade die Mitte der Sehnervenscheibe einnimmt, bemerkbar. Es steigt nämlich von der äussern (Schläfen-) Seite der papilla aus die Nervenmasse scheinbar rasch zu einem Hügel empor, der nach der innern Grenze der papilla zu wieder absteigend erst auf dieser Seite einen nabelförmigen Eindruck zeigt, aus welchem die Centralgefässe ihren Ursprung nehmen. Es liegt dann dieser auffälligste Punkt der papilla, den man im figürlichen Sinne ihren Mittelpunkt nennen könnte, weil die austretenden Centralgefässe ihn vorzüglich markiren, so weit nach innen, dass der davon nach aussen gelegene Theil der papilla etwa zwei Drittheile der gesammten papilla ausmacht. — Bei einer sehr hellen Beleuchtung und im umgekehrten Bilde werden die hier beschriebenen Niveauverschiedenheiten nur schwer wahrgenommen; um so fei-

ner prägen sie sich aus bei der Untersuchung nach Coccius Methode. Durch Beschränkung der Beleuchtung auf die papilla allein zeigen sich dann noch eigenthümliche andere Verschiedenheiten der Oberfläche, welche ganz in das Gebiet des Normalen gehören. Oft nämlich erscheint der Sehnervenquerschnitt stellenweise grubig vertieft. Solche kleine Gruben kommen zahlreich auf einem Sehnerven vor, während bei grösserer Ausdehnung der Grube meist nur eine, und zwar so vorhanden ist, dass sie dann in ihrer Mitte den Centralgefässen ihren Ursprung giebt, daher nur als ein erweiterter porus opticus zu betrachten ist. Wohl zu unterscheiden von diesen wirklichen, oft vorkommenden Vertiefungen, sind die ziemlich regelmässig gestellten bläulichen Grübchen, welche nur als solche erscheinen, in der That aber keine sind. Dieselben befinden sich vorzüglich reichlich an der äussern Partie der papilla, da, wo die Mehrzahl der Fasern des Sehnerven zum Umbiegen in die Netzhaut vereint ist. Die Flecke rühren nur von der durchleuchtenden lamina cribrosa her, indem die bindegewebigen Hüllen der Nervenfasern dort aufhören, und nach dem Auge zu nur die Nervenröhren abgehen lassen, welche zu Folge ihrer Durchscheinenheit oft den Blick bis in die Tiefe gestatten. Am besten sieht man diese Flecke bei heller Beleuchtung und starker Vergrösserung, daher sie sich am leichtesten mit meinem Apparate sehen lassen. — Was ferner die scheinbare Grösse der papilla anlangt, so ist diese nur nach ihren physikalischen Gründen zu berücksichtigen, da sich ein thatsächliches regelmässiges Verhältniss zwischen ihr und der Grösse des ganzen Auges bis jetzt nicht herausgestellt hat. Man muss berücksichtigen, dass bei der Untersuchung im aufrechten Bilde die papilla eines Kurzsichtigen stets grösser erscheint, als eines Normal- oder Weitsichtigen. Die Grössentaxation geschieht dabei nach denselben Einflüssen wie beim Mikroskopiren.

Die Centralgefässe, welche auf der papilla aus dem schon beschriebenen porus opticus entspringen, erregen insofern ein besonderes Interesse für die Autoskopie, als sie das einzig rasch bewegliche Element im Augengrunde sind, welches sich darbietet. An ihnen

können während der Beobachtung Veränderungen wahrgenommen werden, und darum ist ihre genaue Kenntniss vor Allem erforderlich. Aus der Achse des Sehnerven heraus, wenn auch meist nach innen vom Centrum desselben gelegen, treten die Centralgefässe zur Netzhautfläche empor. Es ist vor Allem genau zu beachten, wie weit diese Gefässe in der Richtung der Sehnervenachse in die Tiefe verfolgt werden können. Es zeigt sich dabei, dass sie je nach der Weite des porus opticus, sowie der Durchscheinenheit der Nervenfasern, ein verschieden grosses Stück in gerader Richtung nach hinten beobachtet werden können. Ist dieses Stück mitunter auch noch so klein, so dass es nur wie eine hakenförmige Umbiegung des in der Fläche verlaufenden Gefässes erscheint, so ist doch diese Stelle darum genau ins Auge zu fassen, weil sie nicht allein in ihrem Aussehen Verschiedenheiten von dem in der Fläche verlaufenden Theile zeigt, sondern auch gewisse, durch die Blutbewegung erzeugte Veränderungen dort am Deutlichsten sich ausprägen. Ganz am ersten sichtbaren Ursprunge der Centralgefässe ist nun ein deutlicher Unterschied zwischen Vene und Arterie oft nicht wahrzunehmen. Beide erscheinen nämlich zuweilen daselbst als ziemlich gleich dunkelroth, während den Gefässen die sonst unterscheidenden Eigenschaften an dieser Stelle noch ganz abgehen. Es ist begreiflich, dass, da man entlang der Gefässe sieht, gleichsam eine Blutsäule gesehen wird, und an dieser auch das hellere arterielle Blut ein dichteres dunkleres Ansehen gewinnt. Häufig aber ist auch der Unterschied der Farbe vorhanden, und zwar am häufigsten dann, wenn Arterie und Vene gesondert austreten. Je nachdem nun die Centralgefässe mehr allmählich, oder in rascher Knickung aus dem porus hervor in die Netzhautebene umbiegen, zeigen sich die ersten Anfänge derselben verschieden gestaltet. Je allmählicher dies nämlich geschieht, um so allmählicher erscheint auch der Gefässstamm nach dem porus zu schmäler werdend, so dass er wie schräg zugespitzt im Sehnerv endigt. Geschieht dagegen der Uebertritt in scharfem Winkel, so prägt sich an der Stelle des Winkels die Dicke des Gefässes durch eine Anschwellung aus, welche bis zur Erscheinung

eines Knopfes stark sein kann. Soweit man nun die Gefässe in der Richtung der Sehnervenachse sehen kann, erscheinen sie nur bandartig, von gleicher Farbe, ohne besondere Contour, oder Zeichnung, während sie in der Flächenausbreitung darin Verschiedenheiten zeigen. Ist eine Excavation des Sehnerven vorhanden, und treten dann die Gefässe aus dieser hervor, so geschieht es oft, dass man die in der vertieften Stelle gelegenen Theile der Centralgefässe nur schimmernd, oder gar nicht wahrnehmen kann. Je schärfer der Rand der Excavation ist, um so winkeliger biegt das Gefäss an demselben um, und zeigt dort um so ausgeprägter die Phänomene der Blutbewegung. Es erscheint dann oft, als ob die Gefässe in ziemlicher Entfernung vom porus opticus schon plötzlich verschwänden, und erst in der Tiefe der Excavation erkennt man wieder Gefässstämme, welche aber mit dem oberflächlich gelegenen gar nicht zusammen zu hängen scheinen. Am anschaulichsten macht man sich den dabei statthabenden Vorgang, wenn man vergleichsweise Streifen in einer Tasse so malt, dass sie oben am Ausschweif beginnend, die Wand hinunter und in der Tiefe wieder zur Mitte gezeichnet werden. Sieht man dann gerade in die Tasse hinein, so erblickt man ähnliche Verschiebungen der in der That ununterbrochen fortgesetzten Streifen, wie bei den Blutgefässen in einer Excavation.

Von da an nun, wo die Gefässe in die Oberfläche der papilla zur Netzhautebene übergehen, unterscheiden sich deutlich Arterie und Vene, erstere durch ihre hellrothe, letztere durch eine meist tiefbraunrothe Farbe. Beide Arten von Gefässen verlaufen über die papilla hinweg in der Regel gestreckt in Bezug auf ihre Längsrichtung. Dagegen bilden sie, weil sie der Oberfläche des Sehnerveneintritts genau anliegen, und nur von den oberflächlichsten Fasern desselben eingehüllt werden, mitunter einen scheinbaren Bogen über die papilla, welcher von deren Wölbung herrührt. Zweige gehen von den Centralgefässen im Gebiete der papilla nur selten ab. Die Zahl der Gefässe variirt sehr, wenn auch im Allgemeinen 1 Arterie von 2 Venen begleitet meist nach oben und nach unten ausstrahlt. Der Winkel,

welchen diese verschiedenen Gefässe auf der papilla zu einander bilden, ist ein sehr verschiedener, sodass zuweilen die papilla wie von Radien gleichmässig bedeckt erscheint, zuweilen das obere und untere Gefässbündel so eng und schlank verläuft, dass die ganze papilla bis auf diese rothen Streifen gefässlos erscheint. Fernere Charaktere der Gefässe werden bei Beschreibung der Netzhautausbreitung erwähnt werden.

3. Die Netzhaut.

Die Netzhaut, welche die membranartige Ausbreitung der Sehnervenfasern inclusive der Belegschicht durch die Elemente der Zapfen, Stäbchen, Körner etc. umfasst, kann als Membran nur unter besonderen physikalischen Verhältnissen wahrgenommen werden. Nur dann nämlich, wenn ein besonderes dicht gelagertes Pigment von dunkler Farbe das Pigmentblatt der darunter gelegenen Chorioidea anfüllt, erkennt man einen schleierartigen Ueberzug dieses dunklen Grundes, und dieser rührt von der Netzhaut selbst her. Damit ist aber im normalen Verhältnisse noch durchaus nicht die Möglichkeit gegeben, etwas substantielles von den Netzhautelementen wahrzunehmen, sondern deren grosse Durchscheinenheit gewährt eben nur so viel Reflex, dass man einen schleierartigen Ueberzug zu erkennen im Stande ist. Auf dieses Verhalten ist darum so grosses Gewicht zu legen, weil sich im Augengrunde in den meisten Fällen eine gewisse feinkörnige Zeichnung wahrnehmen lässt, welche leicht als von der Netzhaut selbst herrührend betrachtet werden könnte. Die specielle Betrachtung der unter der Netzhaut gelegenen Elemente, welche mehr Licht reflectiren, wird ergeben, dass alle diese Erscheinungen nur von tiefer als die Netzhaut gelegenen Theilen herrühren. Je weniger nun die Aderhaut pigmentreich ist, um so unbemerklicher wird der Schleier der Netzhaut, so dass man bei fast der Mehrzahl der Augen von irgend einem Einfluss derselben auf die Erkennung des rothen Augengrundes kaum sprechen kann. Dennoch ist es eine Hauptaufgabe für den Augenarzt, diesen Schein genau kennen zu lernen, was am leichtesten dann gelingt, wenn man grosse Flächen hellbeleuchtet vor sich hat.

Auf diese Art zeigt das vergrösserte Bild mit meinem Apparate ganz vorzüglich, dass es darauf ankommt, drei besondere Theile der Netzhaut zu unterscheiden. Diese sind nämlich: 1) die Netzhaut in der Nähe des Schnerveneintritts, 2) die Netzhaut an der Peripherie und 3) die Netzhaut an der Stelle des directen Sehens.

Wenn ich oben schon sagte, dass die Netzhaut nur äusserst selten als Membran wahrgenommen werden könne, so bedarf es zunächst eines sicheren Kennzeichens, dass die von ihr herrührenden zarten Erscheinungen wirklich auf die Netzhaut zu beziehen sind, oder mit anderen Worten, wir bedürfen eines sicheren Maassstabes für das Niveau der Netzhaut. Diesen nun gewähren uns die Netzhautgefässe, welche auch daher die wesentlichen Merkmale für die drei besonderen Regionen darbieten. In der Nähe des Sehnerveneintritts am stärksten, werde sie im Allgemeinen nach der Peripherie hin durch Verästelung immer schwächer, und an der Stelle des directen Sehens fehlen sie ganz. Nächstdem haben wir sodann den Farbenton des Augengrundes genauer an den drei Regionen zu beachten, welcher, soweit er von der Aderhaut herrührt, überall ein gleichmässig rother sein müsste, bei verschiedenem Aussehen daher durch die Netzhaut verändert erscheint. Endlich kommen zuweilen an einzelnen Stellen dem Auge wahrnehmbare Zeichnungen oder Formen in der Netzhaut vor, welche das Niveau derselben deutlich kennzeichnen.

Die Netzhaut in der nächsten Nähe des Eintritts des Schnerven zeigt sich verhältnissmässig am leichtesten erkennbar. Zunächst ergiebt die Betrachtung der Sehnervengrenzen häufig einen von der papilla aus nach dem rothen Augengrunde zu ausgebreiteten weisslichen Schleier. Derselbe ist durch die noch dichte Lagerung der Sehnervenfasern, welche sich erst in der Peripherie der Netzhaut einzeln neben einander gelagert finden, leicht erklärlich. Oft ist dieser Schleier um die papilla herum kein gleichmässiger, sondern an verschiedenen Stellen verschieden dichter. Am vorzüglichsten prägt er sich gegen die äussere Netzhautpartie zu aus, da in dieser Richtung ohnehin die Zahl der ausstrahlenden Nervenfasern eine grössere ist; denn die papilla

liegt etwas nach innen von der Netzhautmitte. Mitunter, jedoch sehr selten, lassen sich weisse Fortsätze der papilla, meist keilförmig in das Parenchym der Netzhaut erkennen, welche davon herrühren, dass in solchen (nicht krankhaften) Ausnahmsfällen die Nervenfasern ihre bindegewebige Hülle noch nicht an der lamina cribrosa verloren, sondern bis ein Stück in die Netzhaut hinein beibehalten haben. In der Regel jedoch erscheint der Schleier, welcher durch die Netzhaut bedingt wird, von der papilla aus nach der Peripherie der Netzhaut allmählich und gleichmässig dünner werdend, sodass man nur sagen kann, dass die Peripherie lebhafter roth erscheint, als die der papilla zunächst gelegenen Stellen der Netzhaut. — Ganz oberflächlich nun auf diesem Netzhautschleier treten scharf markirt die Netzhautgefässe hervor, welche zu Folge des anatomischen Nachweises in der Faserschicht der Netzhaut eingebettet sind. Man unterscheidet mit Deutlichkeit Arterien und Venen. Erstere haben eine hellrothe Farbe und gestreckten Verlauf, während letztere sich durch dunklere Färbung und mehr geschlängelten Verlauf auszeichnen. Beiden ist eigenthümlich, dass sie in der Mitte einen hellglänzenden Reflex besitzen, welcher zu der Erscheinung Veranlassung giebt, als ob die Gefässe gleichsam eine innen hohle Röhre wären. Dieser glänzende Streifen ist jedoch nur der Reflex der starkgewölbten Gefässwand und dient daher als ein richtiges Kennzeichen für die Spannung des Gefässes. Beide Arten von Gefässen verzweigen sich nach der Peripherie der Netzhaut zu in immer feinere Zweige und es durchkreuzen sich dabei Arterie und Venen in mannichfacher Weise. Auf den Aesten zweiter Ordnung erkennt man in der Regel den centralen Reflex nicht mehr. Ganz nach der Peripherie zu werden die Gefässe endlich zu Folge ihrer Feinheit unsichtbar, und da daselbst auch die Netzhaut als Membran aufhört bemerkbar zu sein, so bleibt nur das Bild der beleuchteten Aderhaut, welches wir später beschreiben werden.

Eine Stelle nun giebt es auf der Netzhaut, welche regelmässig gefässlos ist, d. i. die Stelle des directen Sehens. Ihre Beobachtung ist eine der wichtigsten und muss uns insofern bei der Auto-

skopie besonders interessiren, als die Debatten über Farbe und Aussehen dieser Stelle in mancher Beziehung noch nicht als geschlossen zu betrachten sind. Diese Stelle ist nur mit meinem Instrumente zu sehen, da bei der Untersuchung vermittelst des Coccius'schen Instrumentes ihre Betrachtung im Spiegel physikalisch unmöglich ist. Man bekommt sie bei meinem Instrumente leicht zu Gesicht, wenn man vor das beleuchtete Auge ein starkes Prisma, mit dem brechenden Winkel nach innen hält, so dass dadurch der Beleuchtungskegel von der papilla auf die macula lutea geworfen wird, und umgekehrt deren Bildstrahlen sich auf dem Spiegel abbilden. Man hat nur die Stärke des Prisma nach der Entfernung des Auges vom Spiegel zu bestimmen, oder noch einfacher geschieht dies dadurch, dass man mit dem Prisma Bewegungen macht, welche bald (durch Näher- oder Fernerhalten) jene ganz gefässlose Stelle ins Bild bringen. Bei dieser Einstellung tritt allerdings das Bild der Netzhaut ganz in die Nähe der Beleuchtungsquelle und es entsteht eine Art Wettstreit zwischen vorwaltendem Empfinden des Lichtes oder des Bildes. In letzterem Falle kann die Lichtquelle durch Abstraction ausserordentlich ignorirt werden. Besser jedoch ist es immer, für diese Untersuchung das Licht zu mindern, oder ein blaues Glas vorzuhalten, da sonst nachhaltige Nachbilder auftreten. Die Beobachtung der letzteren, welche nach jedem solchen Versuche möglich ist, lehrt am besten, welche Stelle man betrachtet hatte. Denn es erscheint eine Trübung im Gesichtsfelde genau an der Stelle der Netzhaut, welche durch das Licht getroffen und geblendet wurde. Nur bei wirklich centraler Einstellung habe ich meine Beobachtungen gemacht. Ich sehe dann an meinem Auge die Stelle des directen Sehens als eine 1,5 cm. gross erscheinende runde Stelle, ohne Reflex einer Grube, aber deutlich dunkler als der übrige Augengrund. Ringsum sehe ich die feinen Netzhautgefässe endigen. Die Farbe der Stelle des directen Sehens ist von der des übrigen Augengrundes allein durch ihre Dunkelheit verschieden, sodass sie dunkelgelbroth genannt werden muss. Die sehr scharfe Zeichnung des gekörnten Ansehens des Augengrundes (welches von der Ader-

haut herrührt), lässt vermuthen, dass hier eine dünnere, oder sicher durchleuchtbarere Netzhautstelle vorliegt, was dem Mangel an Nervenfasern zuzuschreiben ist. Eine wallartige Erhebung hat sich für meine Beobachtung nirgends ausgeprägt. Wenn auch die Einstellung für diese Stelle im Allgemeinen wie schon angegeben, eine einfache ist, so sei es doch wegen der Wichtigkeit gerade dieser Untersuchung erlaubt, noch einige Erfahrungen mitzutheilen, die ich dabei machte. Sie betreffen hauptsächlich den Platz, welchen das Prisma einzunehmen hat. Bringt man nämlich ein solches Prisma vor das untersuchte Auge, so wird die Lichtmenge für die Beleuchtung durch die Dicke des Glases bedeutend abgeschwächt. Dies hat einen oft nachtheiligen Einfluss auf die Prüfung der feinen Theile, welche beobachtet werden sollen. Weniger geschieht dies, wenn man das Prisma im umgekehrten Sinne (d. h. seinen brechenden Winkel wieder nach innen) vor das beobachtende Auge hält. Dadurch bleibt das untersuchte Auge in voller Beleuchtung, und wie schon erwähnt tritt abwechselnd bald das Lichtbild, bald das Netzhautbild hervor, da beide fast an einer und derselben Stelle liegen. Da ich jedoch die dabei vorhandene Blendung nicht für ungefährlich halten kann, so bediente ich mich, nächst der Abdämpfung durch ein blaues Glas, später auch noch der Methode, vor jedes Auge ein Prisma von der Stärke zu halten, dass die Bilder vor beiden Augen sich decken. Dadurch gelang es am einfachsten, Licht abzuschwächen, ohne zu sehr dasselbe zu vermindern, und doch die Stelle ruhig vor sich zu haben. Kleine Drehbewegungen des einen oder anderen Prisma lassen dann leicht die obere oder untere Grenze der Stelle des directen Sehens einstellen, wobei nur zu beachten ist, was ich schon oben über die nur in einer Richtung stattfindende Umdrehung des Bildes sagte, nämlich dass es durch das Prisma nur seitlich verkehrt, oben und unten aber in derselben Weise, wie es im Augengrunde liegt, dargestellt wird. Man überzeugt sich leicht, wie die untersuchte Stelle ringsum von bogenförmigen feinen Netzhautgefässen umgeben ist, welche jedoch sämmt-

lich an der Grenze verschwinden und die Stelle selbst ohne jedes sichtbare Blutgefäss lassen.

4. Die Aderhaut.

Zunächst unter der Netzhaut gelegen ist die Aderhaut, welche in ihren verschiedenen Schichten in der Regel durchleuchtbar, den wesentlichen Typus dessen, was man Augengrund nennt, darstellt. Indem nämlich das Licht durch die Netzhaut soweit in die Tiefe der Aderhaut eindringt, als irgend durchleuchtbare Theile derselben vorliegen, wird dasselbe an der hintersten, nicht mehr durchleuchtbaren Stelle (lamina fusca), soweit es nicht resorbirt wird, zurückgestrahlt. Auf seinem Rückwege nun durchleuchtet also das Licht die einzelnen Schichten der Aderhaut, und da der Gefässreichthum der Aderhaut ein so ausserordentlich grosser ist, so bedingt dieser zunächst die rothe Farbe des Augengrundes. Je schwächer die die Gefässe deckende Pigmentlage der Aderhaut ist, um so reiner erscheint der Augengrund roth. Da nun aber zur richtigen Deutung sowohl dieser Färbung, als der Einzelheiten, welche von der Aderhaut sichtbar werden können, eine genaue Kenntniss von der Reihenfolge und dem optischen Verhalten der einzelnen Schichten erforderlich ist, so müssen wir schrittweise die Aderhaut von der Netzhaut aus durchwandern.

Die Aderhaut zerfällt in zwei Hauptabtheilungen, erstens in die Pigmenthaut, welche der Netzhaut zunächst anliegt, und zweitens in die Gefässhaut, welche dahinter gelegen ist, und sich wieder in drei Abtheilungen zerlegen lässt. Zunächst nämlich in die Choriocapillaris, sodann in die lamina vasculosa und endlich in die lamina fusca.

Die Pigmenthaut muss jedes Mal zunächst durchleuchtet werden, wenn wir den »rothen« Augengrund sehen wollen. Da dieselbe aus hexagonalen Zellen zusammengesetzt ist, welche in sich ein mehr weniger dichtes Pigment angehäuft enthalten, so leuchtet ein, dass Licht durch dieselbe hindurch nur dann dringen kann, wenn entweder das Pigment nur mässig in den Zellen angehäuft ist, oder die Zellen nicht in absoluter Dichtheit an einander stossen. Einer

von beiden Fällen muss aber stets vorhanden sein, wenn man von den dahinter gelegenen Theilen etwas Genaueres sehen kann. Ist solche Durchleuchtung nicht möglich, so erscheint der Augengrund nur dunkelgrau bis braun, indem sich zu dem geringen Reflex, welchen die Pigmenthaut liefert, nur noch ein Farbenschimmer von den tiefer gelegenen gefässreichen Theilen hinzugesellt. In diesem Falle lässt sich auch die Netzhaut deutlicher als Membran erkennen, da dieselbe auf dunklem Grunde mehr eignen Reflex giebt, als auf hellem. — Wenn hingegen die Durchleuchtung der Pigmenthaut in hinreichendem Maasse möglich ist, so erkennt man genau die Details in der Anordnung der Gefässe und des Pigments in der tiefer gelegenen Aderhaut. Die Gefässe nämlich der tunica vasculosa prägen sich als orangefarben, meist gestreckt verlaufende Streifen, ohne centralen Lichtreflex, und in ihrer Richtung keineswegs an eine gewisse Achse gebunden aus. Man sieht solche Gefässe nach vorn zu allerdings meist eine der Längsachse des Auges entsprechende Richtung innehalten, wobei sie ziemlich dicht an einander gelagert erscheinen können; am Aequator des bulbus aber und im Grunde des Auges, wenn sie dort erkennbar sind, bilden sie meist Bogen und scheinen ungleichmässig durch einander zu laufen. Ihre Vereinigung zu den vortices ist in einzelnen Fällen deutlich zu sehen, am häufigsten aber nur stückweise in oben beschriebener Weise angedeutet. Der Raum zwischen den Aderhautgefässen ist überall mit Pigment ausgefüllt, welches wiederum mehr weniger dicht angehäuft sein kann. Es erscheint in Folge dess zuweilen das Pigment in meist drei- oder viereckigen Häufchen angesammelt, während die Gefässe nicht als solche erkennbar, sondern nur als Lücken wahrnehmbar sind; oder im umgekehrten Falle erscheint ein ziemlich deutlich ausgeprägtes Gefässnetz, zwischen welchem nur ein grauer Schleier die Anwesenheit des Pigments verräth. Da nun diese Gefässschicht der Aderhaut von der oben beschriebenen Pigmentschicht noch durch die Choriocapillaris getrennt ist, so muss auch von dieser ein Einfluss auf die Erscheinung stattfinden. Man kann die Choriocapillaris als sichtbare Schicht nicht erkennen, aber wohl bewirkt die dichte Capillarschicht, aus welcher sie besteht, eine

besondere Nüanance in der Färbung des Augengrundes. Je mehr nämlich die Choriocapillaris blutreich ist, um so gelber ist der Farbenton des Augengrundes, denn roth erscheint das so fein vertheilte Blut nicht mehr. Es ist daher im Allgemeinen von der Erkennung der Choriocapillaris abzusehen, wohl aber ihr Einfluss auf den Farbenton nicht ausser Acht zu lassen.

Zwischen der Gefässhaut und zwischen der Lederhaut liegt nun noch die äussere Pigmenthaut (lamina fusca), welche ein ziemlich dichtes Pigment enthält und den Zutritt von Licht zur Lederhaut nur in ausnahmsweisen Fällen gestattet. Von ihr wird je nach ihrer Färbung viel Licht resorbirt, während, wenn sie in demselben Sinne, wie die innere Pigmenthaut, durch geringere Dichtheit des Pigments relativ durchleuchtbar ist, die dahinter liegende Lederhaut zu Folge ihrer Weisse, alles auffallende Licht beinahe zurückstrahlt. Es wird in letzterem Falle eine so vollkommene Durchleuchtung der Blutgefässe der Aderhaut in ihren verschiedenen Schichten durch rückkehrendes Licht vermittelt, dass ein solcher Augengrund lebhaft roth, ohne Beimischung von Grau erscheint. In diesem Falle ist auch die Gefässanordnung in der mittleren Schicht der Aderhaut vollkommen wahrnehmbar.

Sämmtliche Einzelnheiten werden im Allgemeinen leichter an den peripherischen Stellen, nach dem Aequator zu erkannt, am schwersten an der Stelle des directen Sehens.

5. Die Lederhaut.

Eine so tiefe Beleuchtung, dass bei normaler Aderhaut die Lederhaut als solche erkannt werden könnte, ist nur in höchst einzelnen Fällen möglich. Indess treten in normal functionirenden Augen zuweilen örtliche Gründe für das Sichtbarwerden der Lederhaut ein, und da ihre Erscheinung dann eine so auffällige ist, bedarf es ihrer Erwähnung auch bei der Autoskopie.

Am häufigsten aber wird sie sichtbar bei starker Kurzsichtigkeit als sogenanntes Staphyloma posticum unmittelbar an den Sehnerveneintritt angelagert. Es erscheint dann an dessen äusserem Rande eine

weisse hellglänzende Sichel, oft wieder von schwarzem Pigment umsäumt, welche ausschliesslich von der Lederhaut gebildet wird. Je greller die Beleuchtung dieser Stelle ist, um so glänzender weiss erscheint sie. Da sie jedoch zu Folge der dabei vorhandenen Ausbuchtung nach hinten meist in einem anderen Focus liegt, als die den Augengrund sonst constituirenden Theile, so tritt nicht immer eine so scharfe Beleuchtung ein, und sie erscheint daher weniger glänzend und mehr grau. Immer jedoch ist diese Stelle dadurch als Lederhaut zu erkennen, dass sie unmittelbar an den Sehnerv anstösst, dessen Contour dabei scharf erhalten ist, und dass sie nach aussen zu eine stets bogige, nach dem Sehnerven zu concave Begrenzung hat. Oft auch sieht man, besonders wenn die Stelle breiter ist, Netzhautgefässe darüber laufen, wobei sich dieselben sehr scharf in ihrer Röthe auf dem sehnig glänzenden weissen Grunde darstellen. — Eine andere Erscheinung der Lederhaut, wenn auch weit seltener, findet doch zuweilen in der Ausbreitung der Aderhaut statt, welche inselförmig defect erscheint und den reinen Grund der Lederhaut durchscheinen lässt. Auch hier fehlt meist der Pigmentsaum nicht, und es gehört zu Folge des Contrastes zwischen dem rothen Aderhaut- und dem weissen Lederhautreflex das Bild in diesem Falle zu dem Ausgeprägtesten, was sich ophthalmoskopisch darstellt.

6. Die brechenden Medien.

Fast wird es überflüssig erscheinen, der Untersuchung der brechenden Medien hier überhaupt zu gedenken. Da die entoptische Untersuchung sowohl, wie die z. B. von Seydeler angegebene im Spiegel völlig hinreichend sind, um sich über den Zustand der brechenden Medien Gewissheit zu verschaffen, so läge zur Erwähnung dieses Capitels gar kein Grund hier vor, als der der Vollständigkeit der Untersuchung. Es ist aber an normalen 'brechenden Medien Nichts zu sehen, was zur physiolegischen Autoskopie gehört, und es dürfte ohnedem, bei meinem Instrumente wenigstens, eine genaue Beobachtung besonders durch die Tiefenbestimmung erschwert sein. Sollte es indess gefordert werden, so kann man durch Vorschieben der Beleuch-

tungslinse seinen Glaskörper, d. h. eine durchscheinende rothe Fläche leicht dargestellt bekommen. Man erblickt eben nur das diffus vom Augengrunde zurückgestrahlte rothe Licht. —

Capitel VII.

Physiologische Beobachtungen.

Alles, was im vorhergehenden Capitel über die Topographie des Augengrundes gesagt wurde, kann nur als die Grundlage für fernere Beobachtungen mit dem Autoskop betrachtet werden. Der Nutzen der Autoskopie, soweit sie nicht blosse Orientirungswissenschaft sein soll, beginnt erst mit der sichtbaren Wahrnehmung von Lebensvorgängen, wie sie in so manniehfaltiger Weise und so fein an keinem anderen Organe gemacht werden können, als am Auge. Der Reichthum solcher Beobachtungen ist sehr gross, besonders wenn man durch Experimente das Gebiet des direct Sichtbaren bis zu dem nur Erschliessbaren erweitert. Ich muss es mir vorbehalten, später genauere Angaben über die schon gemachten und mehr noch anzustellenden Beobachtungen zu machen; hier möge nur ein hindeutender Umriss dessen Platz finden, was mit dem Autoskop geleistet werden kann. Die Beobachtungen zerfallen in zwei Hauptgruppen, von denen die erste die sichtbaren Lebensvorgänge am Auge, die zweite die nachweisbare Netzhautfunction umfasst. Alles was sich am Auge bei einfacher Betrachtung des Bildes verändert, ohne oder in Folge besonders dazu gegebener Veranlassung, gehört in den ersten Abschnitt. Alles dagegen, was sich auf der Netzhaut abbildet, sei es dass davon eine directe Wahrnehmung empfunden wird, oder nicht, gehört in den zweiten Abschnitt. Ein Mikrometer, welches im Beobachtungsocular angebracht werden kann, ermöglicht ausserdem genaue Messungen auf dem Augengrunde; wir können auch die jedes Mal vorliegende Stelle des Augengrundes durch Berechnung der Einstellung und Strahlenbrechung genau bestimmen; und so zeigt sich das Instrument für exacte Forschungen hinreichend ausgerüstet. Mögen die wenigen

folgenden Angaben zu recht zahlreichen Beobachtungen und Versuchen Veranlassung geben!

I. Direct sichtbare Lebensvorgänge.

Dieselben geben sich durch Bewegung, oder durch Gestaltsveränderung zu erkennen. Die sichtbaren Bewegungen betreffen zunächst den gesammten Augapfel. Wenn man das Bild der Netzhaut mit dem Autoskop genau fixirt, so tritt bald eine auffällige Schwankung des Bildes ein, ohne dass wir uns irgend einer Bewegung des beobachteten Auges bewusst werden, und ohne dass wir eine gleichzeitige mit dem beobachtenden Auge machen. Es entsteht dadurch sehr leicht Schwindel, wenn wir der Bewegung des Bildes ungeachtet, eine Fixirung desselben ruhig fortsetzen wollen. Forscher haben darauf zu achten, in welcher Richtung die Bewegung stattfindet, wie gross die Excursion der Bewegung ist, welchen Rhythmus sie besitzt, wie grosse Ruhepunkte zwischen den Bewegungen eintreten, welche irgend wahrnehmbaren Veranlassungen dafür vorhanden sein können. Für mein Auge kann ich vorläufig nur mit Bestimmtheit aussprechen, dass die Bewegung jedes Mal eine rein horizontale ist, und dass sich der Augengrund etwa um die Grösse meines Sehnerveneintritts, welcher bei der 12 fachen Vergrösserung einen Durchmesser von 1 cm. hat, oscillirend bewegt. Versuche, die ich bei seitlicher Kopfhaltung unter gleicher Neigung des Instrumentes anstellte, ergaben bis jetzt nichts Bestimmtes in Bezug auf die Regelmässigkeit der Erscheinung. Dieser Versuch bei geneigtem Kopf und Instrument dient gleichzeitig zum Erweis, dass die Augäpfel bei Seitwärtsbeugung unveränderte Richtung zur Längsachse des Kopfes behalten, und nicht vertikal stehen bleiben, während der Kopf seitlich gebeugt wird.

Eine andere sichtbare Bewegung der Augen ist die accomodative. Diese ist ohne Zweifel eine der wichtigst zu erforschenden. Ich habe mich von ihrer Existenz bis jetzt nur dadurch überzeugt, dass ich die Gefässe der Netzhaut und der papilla oftmals während der Beobachtung ihre Grösse verändern sah. Gewöhnlich im Anfang des Versuchs erscheint mir meine papilla und ihre Gefässe grösser, und bei fort-

dauernder nicht anstrengender Untersuchung verlieren beide an Durchmesser, so dass das ganze Bild wie hinausgerückt erscheint. Es ist zu erweisen, ob diese Erscheinung auf einer Veränderung im beobachteten oder im beobachtenden Auge beruht, was Beides gleich möglich ist, oder ob beide Augen eine Veränderung gleichzeitig erfahren. Meiner Ansicht nach liegt eine Veränderung im Brechzustande des beobachteten Auges vor. Denn das beobachtende Auge macht keine fühlbare Anstrengung der Accomodation zum Scharfsehen, wobei Kleinsehen (nach Förster) eintreten muss, da eine solche weder wahrgenommen wird, noch sich bei einer sogleich darauf angestellten Leseprobe erwies. Das sichtbare Kleinerwerden des Bildes anders, als durch veränderten Accomodationszustand zu erklären, scheint mir aber zu Folge oft wiederholter genauer Versuche unmöglich.

Bewegungen, welche nicht am ganzen Bilde, sondern nur an einem Theile desselben stattfinden, werden ausschliesslich an den Blutgefässen sichtbar, und sind durch die Blutbewegung selbst veranlasst. Die bekannte Erscheinung des Venenpulses, sowie selbst der künstlich durch Druck erzeugte Arterienpuls, lassen sich autoskopisch studiren; nur muss man der durch den Druck veränderten Richtung des Auges Rechnung tragen. Da wir im vergrösserten Bilde ein Bild vor uns haben, welches sich in seitlicher (horizontaler) Richtung zur Anordnung der Netzhauttheile selbst umgekehrt, dagegen in vertikaler Richtung jener Anordnung gleichnamig verhält, so müssen wir bei der Richtung, in der wir den Druck ausüben, eine betreffend veränderte Einstellung des Bildes bewirken. Wollen wir nämlich an der papilla die Stauungsphänomene in den Gefässen beobachten, so geschieht es am Leichtesten durch Druck mit dem Finger auf dem äussern Theile der Sclerotica. Wir drücken demnach den Augapfel nach innen, und würden das Bild der papilla ganz aus dem Bilde verlieren, wenn wir es nicht zuvor so einstellten, dass die papilla am äussersten Rande des Bildes eben verschwinden will. Es genügt schon ein viel geringerer Druck, um den Venenpuls zu beobachten, und ich kann seine Erzeugung als eine völlig gefahrlose selbst bei häufiger Wiederholung bezeichnen, da nicht im geringsten Beschwerden nach

dem Experimente auftreten, ausser den Blendungserscheinungen, welche allerdings zur Dauer der Beobachtung in directem Verhältniss stehen. Der Arterienpuls ist nur bei der oben angegebenen Rücksicht wahrnehmbar, und lässt sich darum schwerer beobachten, weil ausser der Ortsveränderung des gedrückten Auges auch eine längere Beobachtung weit anstrengender ist.

2. Prüfung der Netzhautfunction.

Wir können die Netzhautfunction quantitativ und qualitativ prüfen. In ersterer Beziehung handelt es sich darum, zu bestimmen, welche Ausdehnung das empfindende Netzhautgebiet hat, in letzterer, welche Verschiedenheit der Empfindung einzelne Stellen zeigen.

Die Prüfung auf die quantitative Function der Netzhaut ist nur mit dem Autoskop von Coccius möglich. Wie der Erfinder selbst schon mitgetheilt hat, wird bei der ausschliesslichen Beleuchtung der papilla mit seinem Instrumente keine Flamme im Auge wahrgenommen, sobald nicht eine benachbarte Netzhautstelle gleichzeitig mit Licht empfängt. Die Grenze der empfindenden Netzhaut liegt jedoch zum Theil noch innerhalb der Grenze des Sehnerveneintritts. An jener Stelle nämlich, wo die Aderhaut noch von dem Rande der papilla bedeckt zu sein scheint, ist die Netzhaut, obgleich fast undurchsichtig, doch schon empfindlich, und es spricht diese Erfahrung dafür, dass sich daselbst schon die Stäbchen- und fernere Belegschicht der Netzhaut vorfinde, da bei ihrem Mangel (in der Mitte der papilla), also bei ausschliesslichen Nervenfasern, keine Lichtwahrnehmung stattfindet. Coccius fand sich zumeist durch die Frage über die Lichtempfindung der Faserschicht veranlasst, der Beobachtung des eigenen Sehnerven nachzusinnen. Nachdem es ihm in so glänzender Weise gelungen war, fand er nun, dass man das Licht, wenn es ausschliesslich auf die papilla fällt, nicht mehr als Flammenbild wahrnimmt, wohl aber einen rothen Schein sieht. Dieser rothe Schein nun ist der blosse Reflex von Licht von den Centralgefässen, welches Licht dadurch auf den lichtempfindenden benachbarten Netzhauttheil geworfen und von diesem als allgemein rothes Licht wahrgenommen

wird. Sobald man das Flammenbild an den Rand der papilla bringt, zeigt es sich wieder scharf begrenzt, und nicht mehr verwaschen, wie auf der Mitte der papilla; und zwar erweist sich für unsere Empfindung, dass genau an der Stelle, wo das Flammenbild beginnt scharf gesehen zu werden, auch das Bild der Flamme als solches von uns wahrgenommen wird. Dieser schöne Beweis, der wohl als einer der glänzendsten in der Physiologie des Auges betrachtet werden kann, ist ausschliesslich bei der Untersuchung mit einem Auge mittelst des Coccius'schen Instrumentes zu führen, da nur hier die beleuchtete Netzhautstelle gleichzeitig gesehen und isolirt empfunden werden kann. Im Verfolge dieser Untersuchung zeigt sich nun auch, dass unsere Netzhaut auch da, wo sie von den grössern Aesten der Centralgefässe bedeckt ist, unempfindlich gefunden wird. Sobald man das Licht ausschliesslich auf eine solche Stelle fallen lässt, hört wiederum die directe Wahrnehmung der Flamme auf. Wohl aber übertragen wir, wie bei dem blinden Flecke (der papilla) auch hier den Eindruck der benachbarten empfindenden Netzhautstellen mit auf die unempfindlichen, und ahnen bei nicht ausschliesslicher Benutzung dieser blinden Stellen durch allein auf sie geleitetes Licht ihre Anwesenheit nicht.

Die Prüfung der qualitativen Netzhautfunction muss durch Abbildung von fixirten Gegenständen auf der Netzhaut geschehen. Aehnlich wie bei dem Epken-Donders'schen Augenspiegel habe auch ich versucht, Objecte sich auf der Netzhaut abspiegeln zu lassen. Es liegen dabei allerdings ganz besondere Schwierigkeiten vor. Zunächst gestattet die Einrichtung des Apparates überhaupt nicht, mit dem beleuchteten Auge irgend ein Object zu fixiren. Es würde aber auch, wenn dies ginge, kaum gelingen, mit dem einen Auge ein Object und mit dem andern das Netzhautbild zu fixiren. Es lag mir daher daran, gleichzeitig mit der Beleuchtung das Bild eines Objectes auf die Netzhaut fallen zu lassen, welches sodann nicht deren macula lutea, sondern zunächst die im Spiegel abgebildete Stelle treffen würde. In der Entfernung des deutlichen Sehens konnte ein solches Object (Fadenkreuz) nicht angebracht werden, da sich die Beleuchtungslinse noch innerhalb dieser Entfernung vor dem Auge befindet. Ich versuchte

daher einen andern Weg. Ausgehend nämlich von der Thatsache, dass diese Beleuchtungslinse die von dem Augengrund austretenden Lichtstrahlen in einer bestimmten Ebene zwischen sich und dem Spiegel vereinigt, schloss ich, dass daselbst sich befindende Objectpunkte sich gerade auch wieder auf der Netzhaut zu einem Bilde vereinigen müssen. Ich brachte daher mehrfache solche Objecte an der Stelle an, wo das physische Netzhautbild durch die Wirkung der Beleuchtungslinse zu liegen kommt. Es trat aber dabei ein anderes Hinderniss ein. Dieses Object spiegelt sich nämlich dann zugleich im Spiegel und wird demzufolge durch das Prisma direct vom andern Auge wahrgenommen, so dass es deutlich von dem Netzhautbilde gesehen wird. Wenn nun auch die Theorie ergiebt, dass dieses Bild eben nur dann auf der Netzhaut des beobachteten Auges sich abbilden kann, wenn es an der Stelle des physischen Netzhautbildes vor dem Spiegel liegt, so dass dann sein Spiegelbild nothwendig mit der Netzhaut zusammenfallen muss, so war doch bis jetzt keine so feine Einstellung und wohl auch keine hinreichende Feinheit des Objectes zu ermöglichen, um den Versuch als gelungen bezeichnen zu können. Vielleicht wird es bald noch gelingen, und dann wäre mancher Beweis damit zu führen. Denn man würde dann genau sehen können, mit welcher Schärfe sich das Bild auf den excentrischen Stellen der Netzhaut, und ganz besonders z. B. auf der papilla darstellt. Wenn es auf letzterer ebenso wie die Lichtflamme nur verwaschen zur Darstellung käme, so wäre wiederum die Grenze der Stelle, an welcher es scharf hervortritt, von besonderem Interesse.

Ich kann die Skizze dieser erst begonnenen Versuchsreihe nicht beschliessen, ohne nochmals darauf hinzuweisen, dass ich in vorliegender Schrift ausschliesslich die Lösung eines Problems mittheilen wollte, wie sie eben bis jetzt gelungen ist. Weder an der instrumentalen Einrichtung, noch an dem experimentalen Gebrauch werden Verbesserungen ausbleiben. So viel an mir ist, werde ich solche später mittheilen, und kann nur wünschen, dass ein Gleiches von geübterer Seite geschehen möge, um den so schönen Zweig autoskopischer Forschung am Auge zu reichem Gedeihen zu bringen.

Beschreibung der Abbildung.

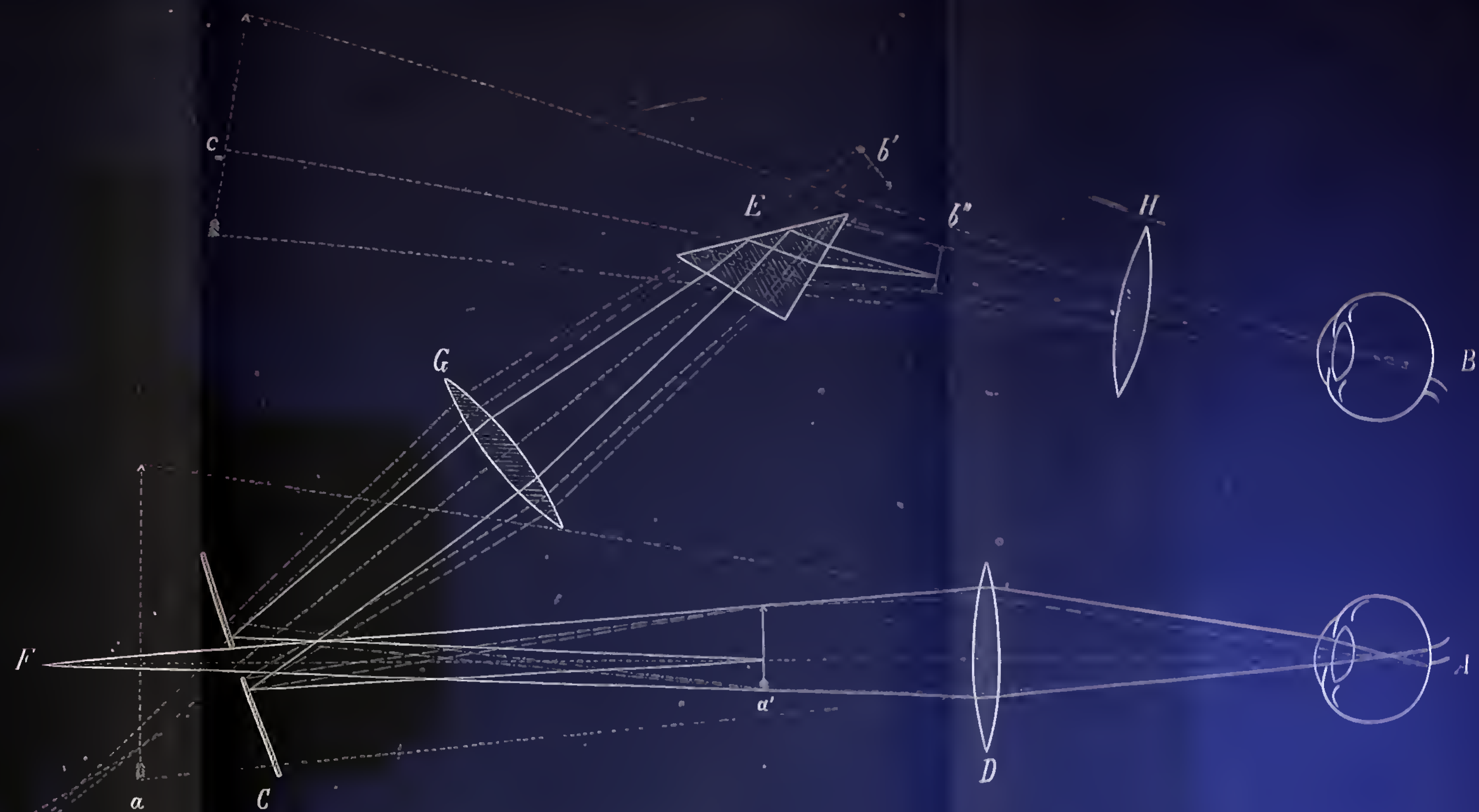
A. Das beleuchtete Auge.
B. Das untersuchende Auge.
C. Der Spiegel.
D. Die Beleuchtungslinse.
E. Das Prisma.
F. Die Lampenflamme.
G u. *H*. Die Vergrösserungsgläser.

Die Lichtstrahlen der Lampenflamme treten durch das Spiegelloch zur Linse *D* und werden von ihr zum Auge gebrochen. Die Bildstrahlen der Netzhaut kehren auf demselben Wege zurück und würden sich zum Bilde *a* vereinigen, wenn nicht die Linse *D* dieses Bild nach *a'* heranzöge. Von *a'* gehen divergirende Strahlenbündel zum Spiegel *C* und werden unter gleichem Winkel, wie sie auffielen, auch zurückgeworfen. Die Bildstrahlen erscheinen also, als ob sie von dem Bilde *b* hinter dem Spiegel kämen, und gelangen durch die Linse *G* zum Prisma *E*. Ohne das Prisma würden sie sich in *b'* zum Bilde vereinigen; durch das Prisma aber werden sie nach *H* zu abgelenkt und vereinigen sich zum Bilde *b''*. Dieses Bild wird durch die Linse *H* vom Auge *B* beobachtet und erscheint als ob es in *c* läge. *c* ist daher das vom Auge *B* gesehene Bild der Netzhaut *A*.

Anhang.

Das Instrument wird nach obiger Angabe bereits von Herrn Mechan. Dr. Stöhrer in Dresden mehrfach angefertigt. Derselbe steht im Begriff, noch Verbesserungen anzubringen, die sich im Verlaufe der Zeit durch praktische Erfahrung als gut erwiesen haben. Der Preis des Instrumentes beläuft sich je nach der Ausstattung (mit Messingstativ) auf etwa 30 Thaler. Genauere Preisangaben können erst später erfolgen.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.


c
E
b′
b″
H
G
B
F
a
C
a′
D
A
b